

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月11日  
Date of Application:

出願番号 特願2002-327373  
Application Number:

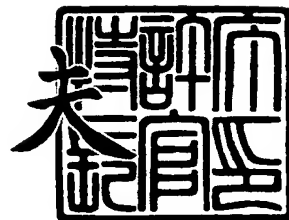
[ST. 10/C]: [JP 2002-327373]

出願人 株式会社半導体エネルギー研究所  
Applicant(s):

2003年 9月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3071645

【書類名】 特許願

【整理番号】 P006720

【提出日】 平成14年11月11日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 山崎 舜平

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 村上 雅一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 野村 亮二

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地 株式会社半導体エネルギー研究所内

【氏名】 瀬尾 哲史

【特許出願人】

【識別番号】 000153878

【氏名又は名称】 株式会社半導体エネルギー研究所

【代表者】 山崎 舜平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002543

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 発光装置の作製方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を陽極もしくは陰極に向けて噴射し、前記発光体組成物を前記陽極もしくは陰極上に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 2】

$1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^5 \text{ Pa}$ 、好ましくは  $1 \times 10^3 \sim 2 \times 10^4 \text{ Pa}$  の圧力下で発光体組成物を含む溶液を陽極もしくは陰極に向けて噴射し、前記発光体組成物を前記陽極もしくは陰極上に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 3】

大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を陽極もしくは陰極に向けて噴射し、前記溶液が前記陽極もしくは陰極上に到達する間、該溶液中の溶媒を揮発させるとともに、残存した発光体組成物を前記陽極もしくは陰極上に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 4】

大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を陽極もしくは陰極に向けて噴射し、該陽極もしくは陰極を加熱しておくことにより前記溶液が該陽極もしくは陰極に到達すると同時に該溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記陽極もしくは陰極に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 5】

大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を陽極もしくは陰極に向けて噴射し、該陽極もしくは陰極を室温から  $200^\circ\text{C}$  に加熱しておくことにより前記溶液が該陽極もしくは陰極に到達すると同時に該溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記陽極もしくは陰極に堆積させて発光体を構成す

る少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 6】

水平面に対して $0^{\circ}$  から $30^{\circ}$  の範囲で陽極もしくは陰極を設置し、発光体組成物を含む溶液を大気圧よりも低い圧力下で該陽極もしくは陰極の下から噴射し、前記発光体組成物を陽極もしくは陰極に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 7】

水平面に対して $0^{\circ}$  から $30^{\circ}$  の範囲で陽極もしくは陰極を設置し、発光体組成物を含む溶液を大気圧よりも低い圧力下で該陽極もしくは陰極の下から噴射し、前記溶液が前記基板に到達する間、該溶液中の溶媒を揮発させるとともに、残存した発光体組成物を陽極もしくは陰極に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 8】

水平面に対して $0^{\circ}$  から $30^{\circ}$  の範囲で陽極もしくは陰極を設置し、発光体組成物を含む溶液を大気圧よりも低い圧力下で該陽極もしくは陰極の下から噴射し、該陽極もしくは陰極を加熱しておくことにより前記溶液が該陽極もしくは陰極に到達すると同時に該溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記陽極もしくは陰極に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 9】

水平面に対して $0^{\circ}$  から $30^{\circ}$  の範囲で陽極もしくは陰極を設置し、発光体組成物を含む溶液を大気圧よりも低い圧力下で該陽極もしくは陰極の下から噴射し、該陽極もしくは陰極を室温から $200^{\circ}\text{C}$  に加熱しておくことにより前記溶液が該陽極もしくは陰極に到達すると同時に該溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記陽極もしくは陰極に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 10】

大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられた陽極に向けて噴射し、前記発光体組成物を前記陽極上に堆積させて発光体を構成する少

なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、該発光体上にスパッタ法あるいは蒸着法により陰極を形成する発光装置の作製方法であって、

前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して $0^{\circ}$  から $30^{\circ}$  の範囲で設置し、かつ発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項 1 1】**

大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられた陽極に向けて噴射し、前記溶液が前記基板に到達する間、該溶液中の溶媒を揮発させるとともに、残存した発光体組成物を前記陽極上に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、該発光体上にスパッタ法あるいは蒸着法により陰極を形成する発光装置の作製方法であって、

前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して $0^{\circ}$  から $30^{\circ}$  の範囲で設置し、かつ発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項 1 2】**

大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられた陽極に向けて噴射し、該基板を加熱しておくことにより前記溶液が該基板に到達すると同時に該溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記陽極上に堆積させて少なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、該発光体上にスパッタ法あるいは蒸着法により陰極を形成する発光装置の作製方法であって、

前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して $0^{\circ}$  から $30^{\circ}$  の範囲で設置し、かつ発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項 1 3】**

大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられた陽極に向けて噴射し、該陽極を室温から $200^{\circ}\text{C}$ に加熱しておくことにより前記溶液が該

基板に到達すると同時に該溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記陽極上に堆積させて少なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、該発光体上にスパッタ法あるいは蒸着法により陰極を形成する発光装置の作製方法であって、

前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して $0^{\circ}$  から $30^{\circ}$  の範囲で設置し、かつ発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 14】

請求項 10 及至請求項 13 のいずれか一において、前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜および陰極の形成は、マルチチャンバー方式の成膜装置で大気開放することなく行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 15】

請求項 10 及至請求項 13 のいずれか一において、前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜および陰極の形成は、インライン方式の成膜装置で大気開放することなく行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 16】

大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられた陰極に向けて噴射し、前記発光体組成物を前記陰極上に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、該発光体上にスパッタ法あるいは蒸着法により陽極を形成する発光装置の作製方法であって、

前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して $0^{\circ}$  から $30^{\circ}$  の範囲で設置し、かつ発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 17】

大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられた陰極に向けて噴射し、前記溶液が前記基板に到達する間、該溶液中の溶媒を揮発させるとともに、残存した発光体組成物を前記陰極上に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、該発光体

上にスパッタ法あるいは蒸着法により陽極を形成する発光装置の作製方法であって、

前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して $0^{\circ}$  から $30^{\circ}$  の範囲で設置し、かつ発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 18】

大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられた陰極に向けて噴射し、該基板を加熱しておくことにより前記溶液が該基板に到達すると同時に該溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記陰極上に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、該発光体上にスパッタ法あるいは蒸着法により陽極を形成する発光装置の作製方法であって、

前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して $0^{\circ}$  から $30^{\circ}$  の範囲で設置し、かつ発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 19】

大気圧よりも低い圧力下で発光体組成物を含む溶液を基板上に設けられた陰極に向けて噴射し、該陰極を室温から $200^{\circ}\text{C}$  に加熱しておくことにより前記溶液が該基板に到達すると同時に該溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記陰極上に堆積させて発光体を構成する少なくとも一層の薄膜を形成し、前記発光体組成物の薄膜を形成した後、該発光体上にスパッタ法あるいは蒸着法により陽極を形成する発光装置の作製方法であって、

前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、前記基板を基板面が水平面に対して $0^{\circ}$  から $30^{\circ}$  の範囲で設置し、かつ発光体組成物を含む溶液を基板面の下から噴射することによって行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 20】

請求項 16 及至請求項 19 のいずれか一において、前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、マルチチャンバー方式の成膜装置で大気開放することなく行われることを特徴とする発光装置の作製方法。



**【請求項 21】**

請求項 16 及至請求項 19 のいずれかーにおいて、前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜の形成は、インライン方式の成膜装置で大気開放することなく行われることを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項 22】**

請求項 1 及至請求項 21 のいずれかーにおいて、大気圧よりも低い圧力下とは、 $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^5$  Pa の不活性ガス雰囲気中であることを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項 23】**

請求項 1 及至請求項 20 のいずれかーにおいて、大気圧よりも低い圧力下とは、 $1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^5$  Pa であることを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項 24】**

請求項 1 及至請求項 23 のいずれかーにおいて、前記発光体組成物を間欠的に堆積させて薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項 25】**

請求項 1 及至請求項 23 のいずれかーにおいて、前記発光体組成物を連続的に堆積させて薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項 26】**

請求項 1 及至請求項 25 のいずれかーにおいて、前記発光体組成物を含む溶液は、単一、あるいは複数のノズルから噴射されることを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項 27】**

請求項 1 及至請求項 26 のいずれかーにおいて、前記発光体組成物は、正孔注入材料、正孔輸送材料、発光性材料、電子輸送材料、電子注入材料、正孔ブロック性材料、もしくは電子ブロック性材料であることを特徴とする発光装置の作製方法。

**【請求項 28】**

請求項 1 及至請求項 27 のいずれかーにおいて、前記発光体を構成する少なくとも一層の薄膜は、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、正孔ブロック層、電子注入

層、電子輸送層、もしくは電子ブロック層から選ばれた層として機能する薄膜であることを特徴とする発光装置の作製方法。

【請求項 29】

請求項 1 及至請求項 28 のいずれかに記載の方法で作製されたことを特徴とする発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、陽極、陰極、および前記陽極と陰極との間にエレクトロルミネセンス（以下、「EL」と記す）と呼ばれる現象によって発光する薄膜を挟んだ構造からなる素子を基板上に備えた表示装置（以下、「発光素子」と記す）に係る技術分野および該発光素子を映像表示部に備えた電子機器に係る技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】

映像表示用ディスプレイは、近代生活には欠かせない発光素子の一つであり、いわゆるテレビモニターに始まり、近年急速に発展した液晶ディスプレイや、今後の発展が期待されている有機ELディスプレイなど、用途に合わせて様々な形態をとる。特に液晶ディスプレイや有機ELディスプレイは低電圧で駆動する発光素子であり、省エネルギーの観点からも重要な映像表示ディスプレイである。

【0003】

なかでも有機ELディスプレイは、次世代のフラットパネルディスプレイ素子として最も注目されている。

【0004】

有機ELディスプレイの発光機構は、電極間に発光体組成物から構成される薄膜（以下、「有機薄膜」と記す）を設置して電流を流すことにより、陰極から注入された電子および陽極から注入された正孔が発光体膜中の発光中心で再結合して分子励起子を形成し、その分子励起子が基底状態に戻る際に放出する光子を利用するものである。

【0005】

なお、発光体組成物が形成する分子励起子の種類としては、一重項励起状態と三重項励起状態が可能であるが、本明細書中ではどちらの励起状態が発光に寄与する場合も含むこととする。

#### 【0006】

このような有機ELディスプレイ素子（以下、「有機EL素子」と記す）において、通常、有機薄膜は $1\mu\text{m}$ を下回るほどの薄膜で形成される。また、有機EL素子は、発光体膜そのものが光を放出する自発光型の素子であるため、従来の液晶ディスプレイに用いられているようなバックライトも必要ない。したがって、有機EL素子は極めて薄型軽量に作製できることが大きな利点である。

#### 【0007】

また、例えば $100\sim 200\text{nm}$ 程度の有機薄膜において、キャリアを注入してから再結合に至るまでの時間は、発光体組成物膜のキャリア移動度を考えると数十ナノ秒程度であり、キャリアの再結合から発光までの過程を含めてもマイクロ秒以内のオーダーで発光に至る。したがって、非常に応答速度が速いことも特長の一つである。

#### 【0008】

さらに、有機EL素子はキャリア注入型の発光素子であるため、直流電圧での駆動が可能であり、ノイズが生じにくい。また、 $100\text{nm}$ 程度の均一な超薄膜の有機薄膜を形成し、適切な有機材料を使用することによって、数Vの電圧で駆動させることも可能である。すなわち、有機EL素子は自発光型であり視野角が広いために視認性も良好であるのみならず、薄型軽量・高速応答性・直流低電圧駆動などの特性を持ち合わせているため、次世代の発光素子として期待されている。

#### 【0009】

こうした有機EL素子を作成するためには、発光体組成物からなる薄膜を形成する技術が必要不可欠である。たとえば液晶ディスプレイにおいては、フルカラー表示を達成するために、カラーフィルターとして機能する有機薄膜をガラス基板上に規則正しく形成する必要がある。一方有機EL素子においては、電極から注入される正孔および電子を輸送するための電荷輸送材料や、発光にあずかる発光材料は発光体組成物であり、これらの化合物を電極間に薄膜状に形成しなければな

らない。

#### 【0010】

こうした有機薄膜を形成する技術として、ラングミュアープロジェクト法（LB法）、単分子積層膜法、ディップコーティング法、スピコート法、インクジェット法、印刷法、あるいは蒸着法など、様々な方法が開発されている。この中でも特にインクジェット法は、有機材料を高効率で使用できることや、装置の構成が簡単で小型が可能であるなどの利点を有しており、技術的にも既に実用レベルに近づいている。インクジェット法に関する基礎的技術は特許文献1などに開示されている。

#### 【0011】

インクジェット法とは、従来プリンターに使用されていたインクジェット方式を薄膜形成に転用した技術であり、インクの代わりに有機薄膜の材料となる発光体組成物を含む溶液、あるいは分散液を用い、画素ごとに液滴として塗布する方法である。液滴に含まれる溶媒が蒸発することによって、個々の画素に薄膜が形成される。液滴が基板に付着する位置を制御することによって、任意の微細パターンを形成することができる。

#### 【0012】

しかしながら、画素（実際には各画素に設けられる画素電極）上に付着した液滴は多量の溶媒成分を含むため、これを除去するために溶媒成分を揮発させるための工程（以下、「焼成工程」と記す）を必要とする。すなわち、インクジェット法によって液滴を塗布した後、画素全体を加熱して溶媒成分を揮発させ、残存した溶質（有機薄膜の材料）を薄膜化するのである。従って、発光体組成物を含む溶液の溶媒の蒸気圧が低い場合、焼成工程に時間を要するのみならず、近接する画素上に付着した液滴が混ざり合いやすく、微細な薄膜パターンの形成を阻害してしまう。また、薄膜中に溶媒成分が残存してしまうと、溶媒が経時的に揮発して脱ガス現象を引き起こし、有機薄膜の劣化、ひいては発光素子としての劣化を招く要因となる。さらに、溶媒成分を完全に除去するために加熱温度を上げると、耐熱性の低い有機薄膜の組成を破壊することになる。

#### 【0013】

このように、インクジェット法による有機薄膜の形成法は、低コストで簡便であるという利点があるものの、焼成工程に問題をもっており、改善の余地が残る技術である。

【0014】

【特許文献1】

特開平10-12377号公報

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記問題点に鑑みてなされたものであり、溶液を塗布することにより有機薄膜を形成する手法において、焼成工程を省くための技術を提供することを課題とする。そして、当該技術を発光装置の作製に応用することにより、低コストかつ簡便な方法でスループットの高い発光装置の作製方法を提供することを課題とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

本発明は、減圧下、具体的には $1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^5$  Pa、好ましくは $10 \sim 2 \times 10^4$  Paの圧力下で発光体組成物を含む溶液を画素電極（陽極もしくは陰極）に向けて噴射し、前記発光体組成物を前記画素電極上に堆積させて少なくとも一層の薄膜を形成することを特徴とする発光装置の作製方法である。このとき、前記溶液が前記画素電極に到達する間、該溶液中の溶媒を揮発させると共に、残存した前記発光体組成物を前記画素電極上に堆積させて少なくとも一層の有機薄膜を形成しても良いし、さらには、前記画素電極を加熱（発光体組成物の耐熱性を考慮して室温（典型的には $20^\circ\text{C}$ ） $\sim 300^\circ\text{C}$ 、さらに好ましくは $50 \sim 200^\circ\text{C}$ が良い。）しておくことにより前記溶液が該画素電極に到達すると同時に該溶液中の溶媒の揮発を開始させ、残存した前記発光体組成物を前記画素電極上に堆積させて少なくとも一層の有機薄膜を形成しても良い。いずれにしても、本発明の特徴は、少なくとも一層の有機薄膜を形成すると同時に溶媒成分を揮発させてしまい、従来必要であった焼成工程をなくす又は焼成工程の短縮化を図る点である。

## 【0017】

上記本発明において、発光体とは、キャリア注入材料（正孔注入材料又は電子注入材料）、キャリア輸送材料（正孔輸送材料又は電子輸送材料）、キャリア阻止材料（正孔阻止材料又は電子阻止材料）、発光材料その他のキャリアの再結合に寄与する有機化合物もしくは無機化合物またはこれらの積層体をいう。また、発光体組成物とは、これらの発光体の材料となる組成物をいい、有機化合物であるか無機化合物であることを問わない。発光体組成物は、大別して発光性材料もしくはキャリア（正孔又は電子）輸送性材料がある。

## 【0018】

発光性材料とは、正孔及び電子を注入することによりELによる発光現象を発生させる材料である。このような発光性材料は、無機化合物にも有機化合物にも見られるが、本発明の如き溶液を塗布する方法においては、有機化合物を用いることが好ましい。また、発光性材料としては、一重項励起により蛍光を発する材料を用いても良いし、三重項励起により燐光を発する材料を用いても良い。また、正孔輸送性材料とは、正孔が移動し易い材料であり、電子輸送性材料とは、電子が移動し易い材料である。

## 【0019】

大気圧よりも低い圧力とは、窒素、希ガスその他の不活性ガスで充填された雰囲気（以下、不活性雰囲気という。）では $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^5$  Paとすれば良いし、減圧下では $1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^5$  Paとすれば良い。減圧下（真空中とも呼ばれる）におくことで、雰囲気中に噴射された液滴は画素電極に到達するまでの間、常に液滴から溶媒が揮発し、その体積は減少していく。そして、画素電極上に到達した時点で殆どすべての溶媒が揮発し、到達と同時に膜形成が完了する。即ち、溶液塗布後に焼成工程等の加熱工程を必要としない点で従来技術よりも優れている。

## 【0020】

また、画素電極に到達する前に十分溶媒を揮発させるためには、溶媒として揮発性の高い溶媒（即ち蒸気圧の高い溶媒）を用いると良い。なぜならば揮発性が低いと画素電極と溶液の噴射口（ノズルの先端部）との距離を長くして揮発に要す

る時間を稼ぐ必要があるが、当該距離が長いと液滴の弾道誤差が大きくなるからである。揮発性の高い溶媒としては、メタノール、エタノール等のアルコール類が挙げられる。

#### 【0021】

また、揮発性の高い溶媒を使わずに沸点の高い溶媒を用いれば、液滴の噴射口における乾燥によってノズル先端が目詰まりを起こす等の不安を排除することができる。その際、画素電極を加熱（発光体の耐熱性を考慮して室温（典型的には20℃）～300℃、さらに好ましくは50～200℃が良い。）しておけば、画素電極に液滴が到達する共に揮発が開始され、他の画素に液滴を噴射すると同時に焼成工程を済ませることもできる。勿論、上記方法により液滴が画素電極に到達するまでの間、常に液滴から溶媒が揮発するようにし、さらに画素電極も加熱しておくことによりさらなる膜質の向上を図ることができる。

#### 【0022】

上記沸点の高い溶媒としては、NMP（N-メチルピロリドン）、DMF（ジメチルホルムアミド）、DMSO（ジメチルスルホキシド）、HMPA（ヘキサメチルホスホアミド）その他の極性溶媒を用いることができる。また、極性の低い溶媒においても、キシレン等のアルキルベンゼン（特にドデシルベンゼンの如き長鎖アルキルベンゼンが好ましい。）のような芳香族系溶媒を用いても良い。例えば、テトラリンとドデシルベンゼンを1：1で混合した溶媒等を用いることができる。

#### 【0023】

なお、本発明は、パッシブマトリクス型の発光装置の作製についてもアクティブマトリクス型の発光装置の作製についても実施することが可能であり、特に発光装置の形態に限定されるものではない。また、発光性材料は、有機化合物に限らず無機化合物についても実施可能である。また、被処理基体に制限は無く、紙、高分子膜、ガラスを含む無機酸化物板、インジウム-錫酸化物（ITO）膜などを用いることができる。特に、本発明を実施した場合、溶液塗布後に特に焼成工程を必要としないことから有機化合物同士を積層する場合に有効である。

#### 【0024】

## 【発明の実施の形態】

## 〔実施の形態 1〕

本発明の実施の形態について、図 1 を用いて説明する。図 1 (A) は、発光性材料を含む溶液が噴射された直後の状態を表し、図 1 (B) は、発光性材料が陽極もしくは陰極に到達して薄膜（発光層）が形成された状態を表している。なおこの図では、水平面に対して基板を平行に設けてあり、発光体は基板の下から噴射されている様子を示している。

## 【0025】

図 1 (A) において、101 は陽極もしくは陰極であり、102 は各画素を画定する絶縁体、103 はキャリア注入層である。キャリア注入層 103 は、101 が陽極であれば正孔注入層であるし、陰極であれば電子注入層である。また、104 は溶液を塗布するための装置（以下、溶液塗布装置という。）におけるヘッド部を拡大したものであり、一部分については内部構造を示している。ヘッド部 104 は、発光性材料を含む溶液を噴射する機能を持つ複数の噴射部 105 a ～ 105 c を有しており、それぞれに圧電素子（ピエゾ素子）106 a ～ 106 c が設けられる。また、噴射部 105 a ～ 105 c のそれぞれには発光性材料を含む溶液 107 a ～ 107 c が充填されている。

## 【0026】

ここで発光性材料を含む溶液 107 a は、赤色に発光する発光性材料を含み、発光性材料を含む溶液 107 b は、緑色に発光する発光性材料を含み、発光性材料を含む溶液 107 c は、青色に発光する発光性材料を含む。これら三種類の発光性材料は、それぞれ赤色に発光する画素、緑色に発光する画素及び青色に発光する画素を構成し、これら三つの画素を一つの画素ユニット（画素単位）として捉える。

## 【0027】

なお、図 1 (A) においては R（赤）、G（緑）、B（青）それぞれ一つに対応する噴射部しか説明していないが、並列に複数の噴射部（ノズル）を並べることが可能であり、スループットを考慮すると画素部の一行分もしくは一列分の画素数（ピクセル数）に相当する数だけ並べることが最も望ましいと言える。



## 【0028】

また、本発明において最も特徴的な点は、ヘッド部104と陽極もしくは陰極101との間の空間108が減圧、即ち大気圧よりも低い圧力に維持されている点にある。具体的には、不活性雰囲気では $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^5$  Paである。噴射部105a～105cに充填された発光性材料を含む溶液107a～107cは、圧電素子106a～106cの体積変化により加圧されて押し出され、画素電極101に向かって噴射される。そして、噴射された液滴109は、減圧下で溶媒を揮発させながら進行し、残存した発光性材料が画素電極101上に堆積する。その結果、発光性材料は間欠的に堆積されることになる。

## 【0029】

こうして堆積された薄膜は、特に加熱等の手段により溶媒を揮発させなくても十分に溶媒成分を除去した状態で薄膜化されているため、脱ガスによる経時劣化等の問題の少ない発光層が得られる。以上のような構成により溶液を塗布した後も焼成工程等を必要とせず、スループットを大幅に向上できると共に、加熱による発光性材料自体の劣化も防ぐことができる。なお、本発明の特徴は焼成工程を必要としない点ではあるが、減圧下での加熱処理等の焼成工程を併用しても溶媒成分を十分に除去した脱ガスの少ない発光層が得られるという本発明の効果を損なうものではない。

## 【0030】

こうして図1(B)に示すように、赤色に発光する発光層110a、緑色に発光する発光層110b及び青色に発光する発光層110cが形成される。この後は、必要に応じてキャリア輸送層、キャリア注入層等を形成した後、対向電極（陽極に対しては陰極、陰極に対しては陽極）を設ければ発光素子が完成する。

## 【0031】

## 〔実施の形態2〕

本実施の形態は、溶液塗布を液滴の噴射により行うのではなく、ある程度の粘性を有するゲル状の溶液を塗布する例である。図2(A)は、発光性材料を含む溶液が噴射されている状態を表し、図2(B)は、発光性材料を含む溶液の噴射を止めた状態を表している。なお、この図では、水平面に対して基板を平行に設け

てあり、発光体は基板の下から噴射されている様子を示している。また、図1に用いられているものと同じ符号については、実施の形態1の説明を参照すれば良い。

#### 【0032】

本実施の形態では、図2(A)に示すように溶液塗布装置のヘッド部204にそれぞれ発光性材料を噴射する機能を持つ複数の噴射部205a～205cを有しており、それぞれに圧電素子（ピエゾ抵抗素子）206a～206cが設けられる。また、噴射部205a～205cのそれぞれには発光性材料を含む溶液207a～207cが充填されている。このとき、図1(A)と同様に、発光性材料を含む溶液207aは、赤色に発光する発光性材料を含み、発光性材料を含む溶液207bは、緑色に発光する発光性材料を含み、発光性材料を含む溶液207cは、青色に発光する発光性材料を含む。

#### 【0033】

ただし、本実施の形態においては、発光性材料を含む溶液207a～207cの粘性が実施の形態1の発光性材料を含む溶液107a～107cの粘性よりも高く調節してある。これは発光性材料を含む溶液が連続的に塗布されるようにするためであり、その結果、発光性材料は連続的に堆積されることになる。また、図2(A)に示すように、発光性材料を含む溶液207a～207cを塗布する際は、圧電素子206a～206cを下方に押し下げた状態で窒素等の不活性ガスにより発光性材料を含む溶液207a～207cを加圧して押し出すように塗布する。

#### 【0034】

なお、発光性材料を含む溶液207a～207cは、噴射口から出た直後に溶媒の揮発が始まり、次第に体積を減少させながら画素電極101上に到達する。画素電極101上に到達した頃には殆どの溶媒が揮発し、残存した発光性材料が堆積して発光層を形成することになる。勿論、空間108の雰囲気は、実施の形態1と同様に減圧に維持されている。

#### 【0035】

また、図2(B)に示すように、発光性材料を含む溶液207a～207cの塗

布を止めるときは、不活性ガスによる加圧を止めると共に、圧電素子 206 a ~ 206 c を上方（矢印の方向）に押し上げた状態とする。こうすると噴射口から少し奥へと発光性材料を含む溶液が入り込むため、溶液の乾燥を防ぐことができる。

#### 【0036】

さらに、このとき空間 108 を溶媒雰囲気とすることで発光性材料を含む溶液 207 a ~ 207 c の噴射口における乾燥を防ぐこともできる。また、本実施の形態では圧電素子 206 a ~ 206 c を用いて噴射口内へと溶液を導く例を示したが、空間 108 を加圧状態にして同様のことを行うことも可能である。

#### 【0037】

こうして図 2（B）に示すように、赤色に発光する発光層 210 a、緑色に発光する発光層 210 b 及び青色に発光する発光層 210 c が形成される。こうして形成された発光層は、特に加熱等の手段により溶媒を揮発させなくても十分に溶媒成分を除去した状態で薄膜化されているため、脱ガスによる経時劣化等の問題の少ない発光層が得られる。以上のような構成により溶液を塗布した後も焼成工程等を必要とせず、スループットを大幅に向上できると共に、加熱による発光性材料自体の劣化も防ぐことができる。

#### 【0038】

なお、本発明の特徴は焼成工程を必要としない点ではあるが、減圧下での加熱処理等の焼成工程を併用しても溶媒成分を十分に除去した脱ガスの少ない発光層が得られるという本発明の効果を損なうものではない。また、この後は、必要に応じてキャリア輸送層、キャリア注入層等を形成した後、対向電極（陽極に対しては陰極、陰極に対しては陽極）を設ければ発光素子が完成する。

#### 【0039】

また、本発明は、パッシブマトリクス型の発光装置の作製についてもアクティブマトリクス型の発光装置の作製についても実施することが可能であり、特に発光装置の形態に限定されるものではない。また、発光性材料は、有機化合物に限らず無機化合物についても実施可能である。特に、本発明を実施した場合、溶液塗布後に特に焼成工程を必要としないことから有機化合物同士を積層する場合に有

効である。

#### 【0040】

##### 〔実施の形態3〕

本発明の実施の形態について、図3を用いて説明する。図3(A)は、発光性材料を含む溶液が噴射され、その液滴が陽極もしくは陰極に到達した直後の状態を表し、図3(B)は、発光性材料が陽極もしくは陰極上で焼成されて薄膜(発光層)が形成された状態を表している。この図では、水平面に対して基板を平行に設けてあり、発光体は基板の下から噴射されている様子を示している。なお、図3の溶液塗布装置は、図1で説明したものと同一のものであり、図1で用いられているものと同じ符号の部分については、実施の形態1の説明を参照すれば良い。

#### 【0041】

図3(A)において、圧電素子(ピエゾ素子)106a~106cを有する噴射部105a~105cのそれぞれには、発光性材料を含む溶液307a~307cが充填されている。発光性材料を含む溶液307a~307cは、赤色、緑色または青色に発光する発光性材料を溶質として用い、溶媒として沸点の高い溶媒(ただし、室温(典型的には20℃)~300℃、さらに好ましくは50~200℃の温度で揮発するものが好ましい。)を用いている。そのため、発光性材料を含む溶液307a~307cは、非常に乾燥しにくい溶液となる。

#### 【0042】

このような発光性材料を含む溶液307a~307cを圧電素子106a~106cで押し出して複数の噴射部105a~105cから噴射し、陽極もしくは陰極101上に到達した直後の状態の液だまりを309で表している。勿論、ヘッド部104と陽極もしくは陰極101との間の空間108は、減圧、即ち大気圧よりも低い圧力に維持されている。具体的には、不活性雰囲気 $1 \times 10^3 \sim 1 \times 10^5$ Paである。

#### 【0043】

このとき、陽極もしくは陰極101は、室温(典型的には20℃)~300℃、さらに好ましくは50~200℃で加熱されており、陽極もしくは陰極101上に到達した直後の状態の液だまり309は、到達した時点から溶媒の揮発が開始

される。なお、図3 (A) では1ライン分の画素についてのみ説明しているが、実際の画素部には複数ラインの画素が並列されており、発光性材料を含む溶液307a~307cは各画素に順次噴射されることになる。従って、画素分全体を塗布するには一定の時間が必要であり、本実施の形態は、その一定の時間を活用して焼成工程を終えてしまうというものである

#### 【0044】

こうして堆積された薄膜は、画素部全体の塗布が終了した時点でほぼ焼成工程が完了しており、焼成工程自体は行うものの従来の手法に比べて大幅に工程時間を短縮化することが可能である。こうして図3 (B) に示すように、赤色に発光する発光層310a、緑色に発光する発光層310b及び青色に発光する発光層310cが形成される。この後は、必要に応じてキャリア輸送層、キャリア注入層等を形成した後、対向電極（陽極に対しては陰極、陰極に対しては陽極）を設ければ発光素子が完成する。

#### 【0045】

なお、沸点の高い溶媒を用いた発光性材料を含む溶液を用いてインクジェット方式により溶液を塗布するに際し、被形成部となる画素部全体を加熱するという本実施の形態の構成は、実施の形態1のみならず実施の形態2の構成の溶液塗布装置に適用しても本実施の形態と同じ効果を得ることができる。

#### 【0046】

##### 〔実施の形態4〕

本実施の形態では、実施の形態1及び実施の形態2に示した発光体組成物を含む溶液をヘッド部に充填するにあたって、発光体組成物を大気に曝すことなく充填するための技術について説明する。

#### 【0047】

図4に示すのは、発光体組成物を含む溶液を溶液塗布装置に装備（ストック）しておくための容器（キャニスター缶）の断面図である。容器351は、機密性、特に酸素や水分の透過に対して十分な耐性を有する材質で形成することが望ましく、ステンレスやアルミニウム等を用いれば良い。また、内表面は鏡面加工しておくことが望ましい。さらに、必要に応じて内表面及び／又は外表面に窒化シリ

コン膜、ダイヤモンドライクカーボン膜その他の酸素透過率の低い絶縁膜を設けても良い。これは容器 351 の内部に設けられた発光体組成物を含む溶液 352 の劣化を防ぐためである。

#### 【0048】

また、353 は、容器 351 内に窒素、希ガスその他の不活性ガスを入れるための導入口であり、ここから不活性ガスを導入して容器内圧を加圧する。また、354 は、加圧により送り出された発光体組成物を含む溶液 352 を溶液塗布装置（図示せず）のヘッド部へ送るための導出口である。導入口 353 及び導出口 354 は、容器 351 と別の材質で形成しても良いし、一体形成としても良い。

#### 【0049】

なお、356 は、導入口 353 と連結する導入管であり、実際に不活性ガスを導入する時は、導入口 353 に導入管 356 の先端を連結させて不活性ガスを導入する。同様に、導出管 357 の先端は、導出口 354 に連結されて発光体組成物を含む溶液 352 を導出する。図中においては、取り外し可能なため、点線で表してある。

#### 【0050】

実施の形態 1 及び実施の形態 2 に示した各ヘッド部は、導出管 357 の延長された先端に取り付けられる。そして、実施の形態 1 の場合、不活性ガスで容器 351 内を加圧した状態で圧電素子 106a～106c を振動させることにより間欠的に発光体組成物を含む溶液 352 を噴出することが可能となる。また、実施の形態 2 の場合、不活性ガスで容器 351 内を加圧している間は連続的に塗布することが可能であり、加圧を止めると発光体組成物を含む溶液 352 の噴出も止まる。

#### 【0051】

さらに、本実施の形態では、発光体組成物を含む溶液 352 を容器 351 内へ入れてから溶液塗布装置へ取り付けるまでの間、常に大気から遮断された状態で搬送されることに特徴を有する。即ち、発光体組成物を含む溶液 352 を製造するメーカーが、容器 351 内へ発光体組成物を含む溶液 352 を入れ、気密性を保ったまま大気開放することなく搬送し、直接溶液塗布装置に取り付けることを可

能とする。これは発光体組成物が酸素や水分に対して耐性が弱く、劣化しやすいことに鑑みてなされた工夫であり、発光体組成物を精製した後、塗布されるまで精製したままの純度を保つことができるため、発光体組成物の劣化の抑制、ひいては発光装置の信頼性の向上に寄与する。

#### 【0052】

なお、本実施の形態において図4に示した容器は、発光体組成物を含む溶液の純度を保ちつつ搬送するために好適な一例であって、本発明に用いることのできる容器を限定するものではない。

#### 【0053】

##### 〔実施の形態5〕

本実施の形態は、実施の形態3における画素部全体の加熱に際して、長波長領域の光を用いることを特徴とする。本実施の形態の構成について、図5(A)～(C)を用いて説明する。なお、図5(A)は、本実施の形態において基板を加熱する際、基板を下方より見た図であり、図5(B)はそのA-A'における断面図であり、図5(C)はそのB-B'における断面図である。

#### 【0054】

図5(A)において、601は少なくとも可視光よりも波長の長い光（代表的には、波長300nmよりも波長の長い光）を透過する基板であり、その上に薄膜トランジスタ及び画素電極等が設けられている。当該基板601は、図示しない搬送機構により矢印602の方向に向かって搬送される。

#### 【0055】

また、基板601の被処理面の下方には溶液塗布装置のヘッド部603が設置され、実施の形態1～3に説明した態様で発光体組成物を含む溶液の塗布が行われる。塗布された発光体組成物604は、基板601の裏面側上方に設置されたランプ605から発した光（以下、ランプ光という。）によって加熱され、溶媒が揮発して（焼成されて）発光体606となる。即ち、塗布された発光体組成物604は、塗布された後、順次ランプ光による焼成が行われて薄膜化する。

#### 【0056】

即ち、基板601の移動により、ヘッド部603及びランプ605は相対的に基

板 601 の移動方向と逆向きの方向に走査されることになる。勿論、基板 601 を固定し、ヘッド部 603 及びランプ 605 を走査させることも可能である。そして、このとき常にヘッド部 603 の方が先行して走査される構成とする。その結果、ヘッド部 603 による溶液塗布とその後のランプ光による焼成工程とがほぼ同時に行われ、実質的に焼成工程を削減するに等しい効果を得ることができる。

#### 【0057】

なお、ランプ光として用いることのできる光は、発光体 606 の組成を破壊せず加熱のみを可能とする波長の光であり、具体的には、400 nm よりも波長の長い光、即ち赤外光以上の長波長の光が良い。例えば、遠赤外線からマイクロ波までの  $1\ \mu\text{m} \sim 10\ \text{cm}$  までの波長領域の電磁波を用いることができる。特に、取扱いの面からも遠赤外線（代表的には波長  $4 \sim 25\ \mu\text{m}$ ）を用いることが好ましい。

#### 【0058】

また、ここでは単純にヘッド部 603 の一回の走査により全面塗布を完了する例を示したが、基板 601 を数回往復移動させ、複数回の重ね塗りを行った後、ランプ 605 の走査を行っても良い。このとき、ランプ 605 は最初の数回のヘッド部 603 の走査時は消灯しておき、ヘッド部 603 の最後の走査時に同期させてランプ 605 の走査及び発光を行えば良い。

#### 【0059】

以上のように、焼成工程の加熱手段としてランプ等の光源を用いて赤外光以上の波長の光を照射することにより、発光体組成物の塗布と焼成をほぼ同時に行うことが可能となり、実質的に焼成工程を削除したプロセスとすることができる。これにより発光装置の製造工程のスループット向上を図ることができる。

#### 【0060】

##### 〔実施の形態 6〕

本実施の形態では、実施の形態 5 において、Roll-to-Roll 方式を採用することを特徴とする。すなわち、図 6 (A) に示すように、ポリマーフィルムなどの柔軟性のある基板をあらかじめ帯状に成型して円柱状に巻き取っておく



。図6 (A) において、巻き取られている柔軟性基板20の上には、あらかじめ薄膜トランジスタ及び画素電極などが設けられている。基板21は先端部分から矢印22の方向へ引き出され、再び円柱状の芯に巻き取られ基板21が形成される。図6 (B) は本装置を下から見た図であり、巻き取られている基板21は矢印23の方向へ引き出され、再び巻き取られてロール状の基板21が形成される。

#### 【0061】

基板20が先端から引き出されることにより、基板が露出される。露出された部分23の下には溶液塗布装置のヘッド部603が設置され、実施の形態1～3に説明した態様で発光体組成物を含む溶液の塗布が行われる。なお、溶液塗布装置のヘッド部は複数設けることも可能である。塗布された発光体組成物604は、基板の露出部23の上方に設置されたランプ605からのランプ光によって加熱され、溶媒が揮発して（焼成されて）発光体606となる。この結果、ヘッド部603による溶液塗布とその後のランプ光による焼成工程とがほぼ同時に行うことが可能となる。

#### 【0062】

また、発光体組成物を含む溶液の塗布をほぼ連続的に行うことが可能であるため、ノズル部分の乾燥を防ぐことも容易である。さらに、基板はロール状に巻き取られた状態で提供することができ、かつ、溶液塗布と焼成工程をほぼ同時に達成できるために基板の露出部23の面積を小さくすることができる。焼成が完了した基板はすぐに再びロール状に巻き取ることができるため、発光装置の製造工程のスループット向上を図ることができるのみならず、発光装置の小型化、省スペースも同時に達成することができる。

#### 〔実施の形態7〕

実施の形態1～5に示した発光体としては、発光層、正孔注入層、正孔輸送層、正孔阻止層、電子注入層、電子輸送層もしくは電子阻止層、またはこれらの積層体が挙げられるが、これらは、有機化合物のみで構成しても良いし、有機化合物と無機化合物を積層した複合体 (c o m p o s i t e) であっても良い。

#### 【0063】

そこで、本実施の形態では、本発明の発光装置の発光体として有機化合物と無機化合物とを複合したコンポジットを用いる例について説明する。なお、有機化合物と無機化合物とを積層したハイブリッド構造を特徴とする特許として、米国特許第5,895,932号があるが、同特許は、無機化合物からなるダイオードから発した紫外光（波長380nm）を有機化合物であるAlq<sub>3</sub>（トリス-8-キノリノラトアルミニウム錯体）に照射して、フォトルミネッセンスと呼ばれる現象により発生させた光を取り出す技術であり、本実施の形態で説明する発光体、即ちコンポジットとは根本的に異なる技術思想である。

#### 【0064】

有機化合物の中でも高分子有機化合物（以下、有機ポリマーという）は、耐熱性が高く、取扱いも容易であることから溶液塗布による成膜方法において、溶質として用いられる。本実施の形態では、これら有機ポリマーと無機化合物とのコンポジットを発光体として用いる例について説明する。

#### 【0065】

有機ポリマーと無機化合物とを積層して発光体を形成する例としては、典型的には次の4つのパターンが挙げられる。

（a）無機化合物からなる正孔注入層（又は正孔輸送層）と有機ポリマーからなる発光層との組み合わせ

（b）無機化合物からなる電子注入層（又は電子輸送層）と有機ポリマーからなる発光層との組み合わせ

（c）無機化合物からなる発光層と有機ポリマーからなる正孔注入層（又は正孔輸送層）との組み合わせ

（d）無機化合物からなる発光層と有機ポリマーからなる電子注入層（又は電子輸送層）との組み合わせ

#### 【0066】

また、有機ポリマーと無機化合物とを混合して発光体を形成する例としては、典型的には次の3つのパターンが挙げられる。

（e）キャリア輸送性を有する有機ポリマーを発光層とし、該有機ポリマー中に無機化合物を混合した組み合わせ

(f) 同極性 (n型もしくはp型) のキャリア輸送性を有する有機ポリマーと無機化合物とを発光層として混合した組み合わせ

(g) キャリア輸送性を有する有機ポリマーにキャリア受容性を有する無機化合物を混合した組み合わせ

#### 【0067】

上記 (g) の構成は、例えば正孔輸送性を有する有機ポリマーに、電子受容性を有する無機化合物を混合した組み合わせが挙げられる。この場合、電子受容性を有する無機化合物は、有機ポリマーから電子を受け取り、その結果として有機ポリマー中に正孔が発生し、さらにその正孔が輸送されて輸送性を得るという構成である。

#### 【0068】

上記 (a) ~ (g) の構成において、無機化合物からなる正孔注入層または正孔輸送層としては、NiO (酸化ニッケル) 等のp型半導体材料を用いることができ、無機化合物からなる電子注入層または電子輸送層としては、ZnO (酸化亜鉛)、TiO<sub>2</sub> (二酸化チタン) 等のn型半導体材料を用いることができ、無機化合物からなる発光層としては、ZnS (硫化亜鉛)、CdS (硫化カドミウム) 等を用いることができる。

#### 【0069】

例えば、上記 (b) の構成の例としては、有機ポリマーとしてPPV (ポリパラフェニレンビニレン) を用い、無機化合物としてCdSを用い、これらを溶液塗布により作製する例が挙げられる。この場合、CdSの形成に際しては、CdSのナノ微粒子 (数nm~数十nmの微粒子をいう。以下、同じ。) を溶媒に分散させて塗布することができ、この塗布工程に本発明の塗布工程を実施すれば良い。なお、CdSの代わりにZnO、TiO<sub>2</sub>等のn型半導体材料またはNiO等のp型半導体材料を用いても良い。また、有機ポリマーとしてはポリアセチレン誘導体やポリチオフェン誘導体、ポリフェニレンエチニレン誘導体、ポリビニルカルバゾール誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリシラン類などの共役高分子を用いても良い。

#### 【0070】

また、上記（e）の構成の例としては、有機ポリマーとしてP V K（ポリビニルカルバゾール）を用い、無機化合物としてC d Sを用い、これらを溶液塗布により作製する例が挙げられる。この場合、C d Sが発光中心となって発光する。C d Sの形成に際しては、C d Sの微粒子を溶媒に分散させて塗布することができ、この塗布工程に本発明の塗布工程を実施すれば良い。なお、C d Sの代わりにZ n S等の無機化合物を用いることが可能である。これらC d SやZ n Sは、ナノ微粒子を作りやすい無機化合物であるので、本発明のように溶液塗布を前提とする場合に非常に好適な材料である。

#### 【0071】

また、上記（g）の構成の例としては、有機ポリマーとしてP C（ポリカーボネート）を用い、このP Cに正孔輸送性の無機化合物であるT P D（トリフェニルジアミン）及びT i のアルコキシドを混合して溶液塗布した後、加水分解及び減圧下での加熱により、P C、T P D及びT i O<sub>2</sub>が混合された発光体を形成する例が挙げられる。この場合、C d Sの形成に際しては、C d Sの微粒子を溶媒に分散させて塗布することができ、この塗布工程に本発明の塗布工程を実施すれば良い。

#### 【0072】

以上のように、様々な有機化合物及び無機化合物を用いることにより複合化された発光体（コンポジット）を作製することが可能であり、また、その形成に際して本発明の作製方法を実施することが可能である。

#### 【0073】

なお、本実施の形態に示す発光体（コンポジット）の構成は、実施の形態1～3、5のいずれの方法によっても作製することが可能であり、実施の形態4に示す容器での保存も可能である。

#### 【0074】

##### 〔実施の形態8〕

本実施の形態は、本発明を実施して作製しうる発光装置の一例について、図7を用いて説明する。図7（A）に示す画素構成において、401はデータ信号線、402はゲート信号線、403は電源線、404はスイッチング用の薄膜トラ

ンジスタ（スイッチングTFTという。以下、同じ）、405は電荷保持用のコンデンサ、406は発光素子に電流を供給するための駆動用薄膜トランジスタ（駆動TFTという。以下、同じ）、407は駆動TFTのドレインに接続された画素電極であり、画素電極407は発光素子の陽極として機能する。また、412は、対向電極であり、対向電極412は発光素子の陰極として機能する。

#### 【0075】

このときのA-A'における切断面に相当する図面を図7（B）に示す。図6（B）において、410は基体であり、ガラス基体、石英基体、プラスチック基体その他の透光性基体を用いることができる。基体410の上には半導体プロセスを用いて駆動TFT406が形成される。また、駆動TFT406に接続されるように形成された画素電極407の端部及び少なくとも駆動TFT及びスイッチングTFTを覆い隠すように、格子状にパターン化された絶縁体408が設けられる。

#### 【0076】

これら画素電極407の上には発光体411a～411c、陰極として機能する対向電極412及びパッシベーション膜413が設けられる。発光体411a～411cは、キャリア注入層、キャリア輸送層、キャリア阻止層、発光層その他のキャリアの再結合に寄与する有機化合物もしくは無機化合物またはこれらの積層体を指す。この発光体411a～411cの積層構造及び材料は、公知の構成及び材料を用いても良い。

#### 【0077】

例えば、特開2000-268967号公報、特開2000-294375号公報等に記載されるように、発光体のうちの少なくとも一層として、高抵抗（抵抗率が $1 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ ）の無機正孔注入層（もしくは無機正孔輸送層と言っても良い。）を含んでも良い。この無機正孔注入層は、第1成分としてLi、Na、K、Rb、Cs及びFrから選ばれたアルカリ金属元素、またはMg、Ca及びSrから選ばれたアルカリ土類金属元素、またはLa及びCeから選ばれたランタノイド系元素を含み、第2成分として、Zn、Sn、V、Ru、Sm及びInから選ばれた元素を含む。また、発光体のうちの少なくとも一層として

、高抵抗（抵抗率が $1 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ ）の無機電子輸送層を含んでも良い。この無機正孔注入層は、Au、Cu、Fe、Ni、Ru、Sn、Cr、Ir、Nb、Pt、W、Mo、Ta、Pd及びCoから選ばれた金属元素またはこれらの酸化物、炭化物、窒化物、珪化物もしくは硼化物を含む。また、この無機正孔注入層の主成分をシリコン、ゲルマニウムもしくはシリコンゲルマニウムの酸化物としても良い。このように材料として安定な無機絶縁膜を発光体の一部に用いることで発光素子としての信頼性を高めることができる。

#### 【0078】

また、対向電極412としては、周期表の1族もしくは2族に属する元素を含むアルミニウム膜もしくは銀薄膜等を用いることができるが、本実施の形態の場合、発光体411a～411cから発した光を透過する必要があるため、膜厚を50nm以下にすることが望ましい。また、パッシベーション膜413としては、窒化シリコン膜、窒化アルミニウム膜、ダイヤモンドライクカーボン膜その他の水分や酸素に高いブロッキング性を示す絶縁膜を用いることができる。

#### 【0079】

以上の構成の発光装置を作製するにあたって本発明を実施することにより低コストかつ簡便な方法でスループットの高い発光装置を生産することが可能となり、さらには当該発光装置の信頼性をも向上させることができる。

#### 【0080】

##### 〔実施の形態9〕

本実施の形態は、本発明を実施して作製しうる発光装置の一例について、図8を用いて説明する。図8（A）に示す画素構成において、501はデータ信号線、502はゲート信号線、503は電源線、504はスイッチングTFT、505は電荷保持用のコンデンサ、506は駆動TFT、507は駆動TFTのドレイン電極、508は駆動TFTのドレイン電極に接続された画素電極であり、画素電極508は発光素子の陽極として機能する。この画素電極508は、発光体から発した光が透過しうるように、可視光に対して透明な導電膜を用いることが好ましく、ITO（酸化インジウムと酸化スズの化合物）や酸化インジウムと酸化亜鉛の化合物といった酸化物導電膜を用いることが好ましい。また、512は

、対向電極であり、対向電極 512 は発光素子の陰極として機能する。

#### 【0081】

のときの A-A' における切断面に相当する図面を図 8 (B) に示す。図 8 (B) において、510 は基体であり、ガラス基体、石英基体、プラスチック基体その他の透光性基体を用いることができる。基体 510 の上には半導体プロセスを用いて駆動 TFT 506 が形成される。また、駆動 TFT 506 に接続されるように形成された画素電極 508 の端部及び少なくとも駆動 TFT 及びスイッチング TFT を覆い隠すように、格子状にパターン化された絶縁体 509 が設けられる。

#### 【0082】

これら画素電極 508 の上には発光体 511a ~ 511c、陰極として機能する対向電極 512 及びパッシベーション膜 513 が設けられる。発光体 511a ~ 511c は、キャリア注入層、キャリア輸送層、キャリア阻止層、発光層その他のキャリアの再結合に寄与する有機化合物もしくは無機化合物またはこれらの積層体を指す。この発光体 511a ~ 511c の積層構造及び材料は、公知の構成及び材料を用いても良い。

#### 【0083】

例えば、特開 2000-268967 号公報、特開 2000-294375 号公報等に記載されるように、発光体のうちの少なくとも一層として、高抵抗（抵抗率が  $1 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ ）の無機正孔注入層（もしくは無機正孔輸送層と言っても良い。）を含んでも良い。この無機正孔注入層は、第 1 成分として Li、Na、K、Rb、Cs 及び Fr から選ばれたアルカリ金属元素、または Mg、Ca 及び Sr から選ばれたアルカリ土類金属元素、または La 及び Ce から選ばれたランタノイド系元素を含み、第 2 成分として、Zn、Sn、V、Ru、Sm 及び In から選ばれた元素を含む。また、発光体のうちの少なくとも一層として、高抵抗（抵抗率が  $1 \sim 1 \times 10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ ）の無機電子輸送層を含んでも良い。この無機正孔注入層は、Au、Cu、Fe、Ni、Ru、Sn、Cr、Ir、Nb、Pt、W、Mo、Ta、Pd 及び Co から選ばれた金属元素またはこれらの酸化物、炭化物、窒化物、珪化物もしくは硼化物を含む。また、この無機正孔

注入層の主成分をシリコン、ゲルマニウムもしくはシリコンゲルマニウムの酸化物としても良い。このように材料として安定な無機絶縁膜を発光体の一部に用いることで発光素子としての信頼性を高めることができる。

#### 【0084】

また、対向電極 512 としては、周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素を含むアルミニウム膜もしくは銀薄膜等を用いることができる。また、パッシベーション膜 513 としては、窒化シリコン膜、窒化アルミニウム膜、ダイヤモンドライクカーボン膜その他の水分や酸素に高いブロッキング性を示す絶縁膜を用いることができる。

#### 【0085】

以上の構成の発光装置を作製するにあたって本発明を実施することにより低コストかつ簡便な方法でスループットの高い発光装置を生産することが可能となり、さらには当該発光装置の信頼性をも向上させることができる。

#### 【0086】

##### 〔実施の形態 10〕

本実施の形態では、発光体の形成から発光素子の封止までの工程を自動化したマルチチャンバー方式の製造装置の例を図 9 に示す。図 9 において、11 は受け入れ基板の仕込室、12、14a、18、24 は各室（チャンバー）へ被処理基板を搬送する搬送室（共通室ともいう。）、15、17、21 は各搬送室間で基板の受け渡しを行う受渡室、29 は処理済み基板の取出室である。また、13 は前処理室であり、発光体を形成する前に予め電極表面の清浄化もしくは仕事関数の調整が行われる。

#### 【0087】

また、16R、16G、16B はそれぞれ赤色、青色、緑色に対応する発光層の成膜室、16H は正孔注入層（HIL）もしくは正孔輸送層（HTL）の成膜室、16E は電子注入層（EIL）もしくは電子輸送層（ETL）の成膜室である。これらの成膜室のいずれか一つもしくは複数に本発明の特徴である溶液塗布装置を備えることで本発明を実施することができる。なお、正孔注入層、正孔輸送層、電子注入層もしくは電子輸送層を成膜するためにスピンコート法を用いる



必要がある場合は、別途スピンコート用の成膜室を設ければ良い。

#### 【0088】

また、19は酸化物導電膜の成膜室、20は陰極となる金属膜を成膜するための成膜室、23はパッシベーション膜として用いる絶縁膜を成膜するための成膜室である。成膜室20は、蒸着法による成膜室とすることも可能であるが、蒸着の場合はX線、電子線等の放射線によってTFE及び発光性材料が劣化することが懸念されるため、スパッタ法による成膜室とすることが望ましい。

#### 【0089】

また、27は封止用の封止基板をストックするための封止基板ロード室、25はシール材を形成するためのデイスペンサ室、26は被処理基板と封止基板とを貼り合わせて発光素子を封止するための封止室である。これら封止室等を備えているため、本実施の形態に示す製造装置は、発光素子を一度も大気に曝すことなく封止することが可能であり、信頼性の高い発光装置を実現する上で有効な構成となっている。

#### 【0090】

図8の製造装置において、各チャンバーはそれぞれゲート弁で仕切られ、他のチャンバーとの間を密閉遮断することができる。さらに各チャンバーはそれぞれ真空排気ポンプに連結されており、真空を維持することも不活性ガスを導入して減圧雰囲気とすることもできるようになっている。真空排気ポンプとしては、磁気浮上型のターボ分子ポンプ、クライオポンプまたはドライポンプを用いることができる。また、導入する不活性ガスは予め精製器等を通して十分に高純度化しておくことが望ましい。

#### 【0091】

なお、図9に示す製造装置の構成は、あくまで一例であり、本発明を何ら限定するものではない。本実施の形態は、本発明である発光装置の作製方法を実施するための溶液塗布装置をマルチチャンバー方式の製造装置に組み合わせることが可能であることを示すものであり、実施の形態1～8のいずれの構成とも組み合わせて発光装置を作製する場合においても実施できる。

#### 【0092】

## 〔実施の形態 11〕

本実施の形態では、発光体の形成から陰極の形成までの工程を行うインライン方式の製造装置に本発明の実施に用いる溶液塗布装置を組み合わせた例を図 10 に示す。なお、図 10 (A) は上面図、図 9 (B) は側面図である。

## 【0093】

図 10 (A)、(B) において、41 は基板の搬入を行うロード室、42 は基板の搬出を行うアンロード室、43 は正孔注入層を成膜する成膜室、44 は正孔輸送層を成膜する成膜室、45 は発光層を成膜する成膜室、46 は電子注入層を成膜する成膜室、47 は陰極となる金属膜を成膜する成膜室である。図中の矢印 50 は、基板 40 の搬送方向であり、既に処理の終了した基板は点線で表してある。このとき、基板 40 は、被処理面を下にした状態で水平面に対して  $0^{\circ}$  から  $30^{\circ}$  の範囲で設置され、各成膜室へ搬送される。

## 【0094】

成膜室 43～46 のそれぞれは、本発明を実施するための溶液塗布装置であり、内部にはヘッド部 43a、44a、45a、46a が基板の下に設けられている。これらのヘッド部はいずれも実施の形態 1 または実施の形態 2 で説明した構成を有し、減圧下で有機化合物もしくは無機化合物を含む溶液の塗布及び薄膜形成が行われる。勿論、基板 40 を室温（典型的には  $20^{\circ}\text{C}$ ）～ $300^{\circ}\text{C}$ 、さらに好ましくは  $50\sim 200^{\circ}\text{C}$  で加熱する機構を備えても良い。矢印 51 は、ヘッド部 45a の移動方向を示しており、基板 40 の一端から他端に向かって、基板表面と平行に移動し、溶液塗布及び薄膜形成が行われる。なお、基板 40 とヘッド部 45a の先端部（噴射口）との距離（L）は、 $2\sim 20\text{mm}$  である。有機化合物もしくは無機化合物を含む溶液の噴射は、基板の下方に位置するヘッド部から重力方向に逆らって噴射され、基板上に溶質が塗布される。

## 【0095】

また、図 10 (B) において、成膜室（発光層）45 の側面図は、基板表面に沿って移動するヘッド部を側面から見た様子に相当する。このとき、各成膜室 43～46 内には窒素、希ガスその他のフッ化性ガスが矢印 52 の方向に向かって流れており、基板 40 とヘッド部 43a～46a との間には不活性ガスによる層

流（ラミナーフロー）が形成される。このとき、基板を加熱する代わりに又は併用して、流れる不活性ガスを加熱することもできる。勿論、不活性ガスを導入せずに減圧下とすることも可能である。

#### 【0096】

成膜室 47 はスパッタ法により陰極となる金属膜を成膜するチャンバーである。基板 40 が長方形のターゲット 47a の横を通過する間に成膜が行われる。例えば、アルミニウムとリチウムとの合金膜といった周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素を含む金属膜を形成することが可能である。なお、ターゲット 47a の形状はこれに限定されるものではない。

#### 【0097】

なお、本発明の特徴として、溶液塗布と同時に薄膜形成が行われるため焼成工程等が不要である点が挙げられるが、各成膜室 43～47 の間において減圧下での加熱等の焼成工程を設けても構わない。発光層等の薄膜中から溶媒成分を除去すればその分だけ信頼性が向上すると考えられるからである。

#### 【0098】

##### 〔実施の形態 12〕

本実施の形態では、発光体の形成から発光素子の封止までの工程を行うインライン方式の製造装置に本発明の実施に用いる溶液塗布装置を組み合わせた例を図 11 に示す。なお、図 11（A）は製造装置の上面図、図 11（B）は製造装置の側面図である。

#### 【0099】

図 11（A）、（B）において、61 は基板の搬入を行うロード室、62 は基板の搬出を行うアンロード室、63 は正孔注入層を成膜する成膜室、64 は発光層を成膜する成膜室、65 は電子注入層を成膜する成膜室、66 は陰極となる金属膜を成膜する成膜室、67 はパッシベーション効果を有する保護膜を成膜する成膜室である。図中の矢印 70 は、基板 60 の搬送方向であり、既に処理の終了した基板は点線で表してある。このとき、基板 60 は水平におかれ、かつ基板の下側を被処理面として搬送される。

#### 【0100】

成膜室 63～65 のそれぞれは、本発明を実施するための溶液塗布装置であり、内部にはヘッド部 63a、64a、65a が設けられている。これらのヘッド部はいずれも実施の形態 1 または実施の形態 2 で説明した構成を有し、基板の下に設けられ、減圧下で有機化合物もしくは無機化合物を含む溶液の塗布及び薄膜形成が行われる。勿論、基板 60 を室温（典型的には 20℃）～300℃、さらに好ましくは 50～200℃で加熱する機構を備えても良い。

#### 【0101】

また、図 11 (B) において、成膜室（発光層）64 の側面図は、基板表面に沿って移動するヘッド部を上方から見た様子に相当する。矢印 71 は、ヘッド部 64a の移動方向を示しており、基板 60 の一端から他端に向かって、基板表面と平行に移動し、溶液塗布及び薄膜形成が行われる。なお、基板 60 とヘッド部 64a の先端部（噴射口）との距離（L）は、2～20mm である。

#### 【0102】

さらに、このとき、各成膜室 63～65 内には窒素、希ガスその他のフッ化性ガスが矢印 72 の方向に向かって流れており、基板 60 とヘッド部 63a～65a との間には不活性ガスによる層流（ラミナーフロー）が形成される。このとき、基板を加熱する代わりに又は併用して、流れる不活性ガスを加熱することもできる。勿論、不活性ガスを導入せずに減圧下とすることも可能である。

#### 【0103】

また、成膜室 66 はスパッタ法により陰極となる金属膜を成膜するチャンバーであり、基板 60 が長方形のターゲット 66a の横を通過する間に成膜が行われる。例えば、アルミニウムとリチウムとの合金膜といった周期表の 1 族もしくは 2 族に属する元素を含む金属膜を形成することが可能である。ターゲット 66a の形状はこれに限定されるものではない。

#### 【0104】

また、成膜室 67 はスパッタ法（好ましくは高周波スパッタ法）によりパッシベーション効果を有する絶縁膜を成膜するチャンバーであり、実施の形態 7 と同様に基板 60 が長方形のターゲット 67a の横を通過する間に成膜が行われる。例えば、窒化シリコン膜、窒化酸化シリコン膜といった緻密性の高いシリコン化

合物膜を形成することが可能である。なお、ターゲット 67a の形状はこれに限定されるものではない。

#### 【0105】

なお、本発明の特徴として、溶液塗布と同時に薄膜形成が行われるため焼成工程等が不要である点が挙げられるが、各成膜室 63～66 の間において減圧下での加熱等の焼成工程を設けても構わない。発光層等の薄膜中から溶媒成分を除去すればその分だけ信頼性が向上すると考えられるからである。

#### 【0106】

##### 〔実施の形態 13〕

インクジェット方式の欠点は、溶液の噴射を止めた際、噴射口から溶媒が揮発して乾燥し、これによって噴射口のヘッド部が詰まるということである。これを防ぐための従来法の一つは、常に溶液を連続噴射して乾燥を防ぐことである。従って、溶液を無駄に噴射して排出するために、発光体組成物の利用効率が低下する。本実施の形態では、噴射口のヘッド部の乾燥を防ぐ手段を図 12 を用いて説明する。

#### 【0107】

図 12 (A)、(B) は、本実施の形態における発光体の作製工程を、それぞれ基板の下、ならびに横から見た図面である。基板 800 の下に位置する溶液塗布装置のヘッド部 801 が矢印方向に向かって走査される。このヘッド部 801 から実施の形態 1～3 に示すような態様で発光体組成物を含む溶液が噴射され、焼成工程を特に設けることなく発光体 82 が形成される。このとき、本実施の形態の特徴は、基板 800 の横に、走査終了後のヘッド部 801 を収納するための収納部 803 が設置され、その内部は、溶媒を揮発させたガスで充填されていることである。溶媒を揮発させたガス（溶媒成分を含むガス）は、導入口 804 から導入された後、収納部 803 の下部に設けられた複数の開口部 805 によって収納部 803 の内部に充填される。

#### 【0108】

なお、「溶媒を揮発させたガス」とは、形成すべき発光体を溶解しうる溶媒であり、ヘッド部 801 で噴射する発光体組成物を含む溶液の溶媒と同じものである。

ことが好ましい。勿論、同じものに限定する必要はなく、形成すべき発光体の種類に応じて適宜変更すれば良い。

#### 【0109】

発光体の形成工程が終了した時点におけるヘッド部 8 0 1 の状態を図 1 2 (C)、(D) に示す。図 1 2 (C)、(D) に示すように、ヘッド部 8 0 1 は、収納部 8 0 3 の内部に完全に隠れるように収納され、溶媒ガスの雰囲気曝される。このとき、収納部 8 0 3 に蓋部を設け、ヘッド部 8 0 1 が収納された後、蓋をして溶媒成分の外部への拡散を抑制することは有効である。勿論、ヘッド部は、図示されていない支持材等により固定されて走査されるわけであるから、これを避けて蓋をするのは当然である。

#### 【0110】

以上のように、本実施の形態では、発光体の形成工程を終了した後、ヘッド部をその形成対象となる発光体を溶解しうる溶媒で満たされた雰囲気曝することを特徴とし、これにより、ヘッド部 8 0 1 の噴射口においては、溶媒によって発光体組成物が溶解されるため、乾燥などにより目詰まりが起こるようなことがない。即ち、発光体組成物の噴射を止めても乾燥しない環境にあるため、従来のインクジェット方式のように常に溶液を連続噴射して乾燥を防ぐ必要もなく、無駄に噴射して排出する割合を削減され、発光体組成物の利用効率の向上を図ることができる。

#### 【0111】

なお、塗布後にヘッド部を上記溶媒成分で満たした雰囲気曝して乾燥を防ぐという技術思想は、被処理面を基板の上側とする場合や、基板を縦置きにした場合についても適用できることは言うまでもない。

#### 【0112】

また、本実施の形態は、実施の形態 4、5、10～12 のいずれの構成を含む製造装置とも組み合わせが可能であり、また、実施の形態 7～9 のいずれの構成を含む発光装置の作製方法に用いることも可能である。

#### 【0113】

〔実施の形態 14〕

本実施の形態では、本発明に係る発光装置の作製方法に用いる溶液塗布装置のヘッド部の構成について、図 1 3 を用いて説明する。なお、本実施の形態では、被処理面を下側にして水平に設置された基板を塗布する態様（実施の形態 1 0、1 1 に対応）をとっているが、被処理面を基板の上側とする場合や、基板を縦置きにした場合にも実施することが可能であることは言うまでもない。

#### 【0 1 1 4】

図 1 3（A）において、基板 9 0 1 は、磁性体からなるサセプタ 9 0 2 に支持され、被処理面を下側にして水平に設置される。そして、基板 9 0 1 の表面側に近接して溶液塗布装置のヘッド部 9 0 3 が設けられる。このとき、ノズル（噴射口）9 0 4 の先端部の拡大部分を点線部分 9 0 5 で示す。ノズル内部は、中空構造となっており、そのさらに内部に固定された芯 9 0 6、芯 9 0 6 に弾性体（本実施の形態ではバネ）9 0 7 を介して連結された磁性体からなるキャップ（以下、磁性体キャップという。）9 0 8 を有する。そして、中空構造の外側は、発光体組成物を含む溶液 9 0 9 で充填されている。

#### 【0 1 1 5】

磁性体キャップ 9 0 8 は、磁性体からなるサセプタ 9 0 2 との間に斥力が働くような材質を選択する。図 1 3（A）の場合、基板 9 0 1 と磁性体キャップ 9 0 8 との間の距離（X 1）は、サセプタ 9 0 2 と磁性体キャップ 9 0 8 との間で斥力が有効に働かない距離であり、磁性体の材質及び基板の厚さ等により決定される距離である。サセプタ 9 0 2 と磁性体キャップ 9 0 8 との間で斥力が有効に働かない場合、磁性体キャップ 9 0 8 は、弾性体 9 0 7 に押されてノズル 9 0 4 の先端部に詰められ、発光体組成物を含む溶液 9 0 9 が噴射されないようになっている。

#### 【0 1 1 6】

一方、溶液塗布を開始した後は、図 1 3（B）に示すように、基板 9 0 1 と磁性体キャップ 9 0 8 との間の距離を X 2 にまで縮める。この X 2 という距離は、サセプタ 9 0 2 と磁性体キャップ 9 0 8 との間に十分に斥力が働く距離であり、この斥力により磁性体キャップ 9 0 8 は、弾性体 9 0 7 を圧縮して中空構造の内部に押し込まれる。これによりノズル 9 0 4 の先端部にはスペースが確保され、発

光体組成物を含む溶液 909 が噴射される。こうして、発光体組成物を含む溶液 909 が基板 901 の表面に塗布され、減圧下で溶媒が揮発され、又は基板 901 の加熱により溶媒が揮発されて発光体 910 が形成される。

#### 【0117】

以上のように、サセプタ及びノズル先端部のキャップとして共に相反発する斥力を働かせるような関係の磁性体を用いることにより、ある一定の距離まで近づけた時に内部の溶液を塗布する構成とすることが可能となり、基板とヘッド部（厳密にはノズル）との距離の均一性を確保することができる。また、基板とヘッド部との距離を制御することによって、噴射の ON-OFF を制御することも可能である。この技術は、特に凹凸を有する基板上に溶液を塗布する場合において有効である。

#### 【0118】

なお、本実施の形態は、実施の形態 4、5、10～13 のいずれの構成を含む製造装置とも組み合わせが可能であり、また、実施の形態 7～9 のいずれの構成を含む発光装置の作製方法に用いることも可能である。

#### 【0119】

##### 〔実施の形態 15〕

本実施の形態では、実施の形態 13、14 に示したように、基板の搬送及び成膜を行う発光装置の製造装置において、マルチチャンバー方式の製造装置とした例について図 14 を用いて説明する。なお、各チャンバーは、互いにゲート弁で連結されて気密状態を保つことができるようになっている。

#### 【0120】

図 14 において、ストック室 701 には基板を搬送するためのキャリア 702 が設置される。ストック室 701 は、ゲート弁を介して搬送室 703 に連結されており、キャリア 702 に装備された基板は、搬送アーム 704 によって搬送されて、基板取り付け台 705 に設置される。このとき、基板はまずプッシャーピン 706 上に載せられ、その後、プッシャーピン 706 を下げて基板取り付け台 705 に設置される。基板取り付け台 705 は、基板を固定した後ロード／アンロード室 707 の内部まで移動し、基板をサセプタ 700 に受け渡す。なお、図 1



4において、サセプタ700を点線で表している部分は、基板処理の際にはそこに位置するが、プロセスの進行に合わせて基板及びサセプタが一体となって移動してしまい、今その時点ではそこにいることを意味している。

#### 【0121】

ロード／アンロード室707で受け渡された基板は、サセプタ700と一体となってレールに沿って移動し、ゲート弁で連結された共通室708に搬送される。搬送室708内にはターンテーブル709が設けられ、ターンテーブル709上にサセプタ700が載ると、ターンテーブル709が回転し、共通室にゲート弁を介して連結された次の処理を行うべきチャンバーを選択する。

#### 【0122】

本実施の形態における製造装置は、処理を行うチャンバーとして、正孔輸送層（HTL）を成膜する成膜室（HTL成膜室）710、発光層を成膜する成膜室（発光層成膜室）711、電子輸送層（ETL）を成膜する成膜室（ETL成膜室）712及びスパッタ法により導電膜を成膜する成膜室（スパッタ成膜室）713が設けられている。発光体を形成するための成膜室710～712は、いずれも実施の形態1～3で説明した溶液塗布装置が設けられ、減圧下においてインクジェット等の溶液塗布による発光体組成物の成膜が行われるチャンバーである。なお、各チャンバーには、それぞれ溶液塗布装置のヘッド部710a～712aが基板の下に設けられ、これらヘッド部が基板方向に溶液を噴射しながら、基板に平行に走査されて被膜形成が行われる。

#### 【0123】

また、スパッタ法により陰極を成膜する成膜室713は、スパッタを行うための電極714、715及びターゲット716が設けられ、これらは全て柱状または長楕円状の形状となっている。サセプタ700に取り付けられた基板は矢印の方向に搬送され、ターゲット716の横を通過する際に成膜が行われる。このときスパッタ法は、DC（直流）スパッタ法であってもRF（交流）スパッタ法のいずれを用いても良い。

#### 【0124】

そして、各チャンバーにて処理を終了した基板（サセプタ）は、ロード／アン

ロード室 707 に戻り、基板取り付け台 705 等を経てキャリア 702 に収納される。以上で発光素子の陰極形成までの工程を完了する。なお、本実施の形態では、陰極形成までの工程を行う製造装置について説明したが、パッシベーション膜（保護膜）の形成や、シール缶等による封止工程まで完了させるようチャンバー数を増やしても良い。また、発光体の構成は、本実施の形態に限定するものではなく、実施の形態 6 に示したようなコンポジットの形成にも適用できるし、その際は、チャンバー数の変更、成膜室の処理内容の変更、その他の変更を行えば良い。

#### 【0125】

なお、本実施の形態は、実施の形態 4、5 の構成を具備するものであっても良いし、実施の形態 8、9 に記載の発光装置の作製に用いることが可能である。さらに、成膜室として実施の形態 13、14 の構成を適用しても構わない。

#### 【0126】

##### 〔実施の形態 16〕

本実施の形態では、本発明を実施して作製した発光装置の全体の構成について、図 15 を用いて説明する。図 15 は、薄膜トランジスタが形成された素子基板をシーリング材によって封止することによって形成された発光装置の上面図であり、図 15 (B) は、図 15 (A) の B-B' における断面図、図 15 (C) は、図 15 (A) の A-A' における断面図である。

#### 【0127】

基板 81 上には、画素部（表示部）82、該画素部 82 を囲むように設けられたデータ線駆動回路 83、ゲート線駆動回路 84a、84b 及び保護回路 85 が配置され、これらを囲むようにしてシール材 86 が設けられている。画素部 82 は本発明を実施して作製した発光素子を備える。シール材 86 としては、紫外線硬化樹脂、エポキシ樹脂その他の樹脂を用いることが可能であるが、できるだけ吸湿性の低い材料を用いることが望ましい。なお、シール材 86 は、データ線駆動回路 83、ゲート線駆動回路 84a、84b 及び保護回路 85 の一部に重畳させて設けても良いし、これらの回路を避けて設けても良い。

#### 【0128】

そして、シール材 86 を用いてシーリング材 87 が接着され、基板 81、シール材 86 及びシーリング材 87 によって密閉空間 88 が形成される。シーリング材 87 としては、ガラス材、金属材（代表的にはステンレス材）、セラミックス材、プラスチック材（プラスチックフィルムも含む）を用いることができる。また、実施の形態 8 に示したように絶縁膜のみで封止することも可能である

#### 【0129】

なお、シーリング材 87 として、基板 81 と異なる材料を用いた場合、熱膨張係数の違いからシール材 86 の密着性を損なう可能性がある。従って、シーリング材 87 としては、トランジスタが形成される基板 81 と同一材料のものをを用いることが望ましい。換言すれば、基板 81 と同一の熱膨張係数を有する基体を用いることが望ましい。本実施の形態では、基板 81 及びシーリング材 87 の材料としてガラスを用い、さらにシーリング材 87 は、基板 81 が薄膜トランジスタの作製過程における熱履歴と同一の熱履歴を通すことにより熱膨張係数を揃える。

#### 【0130】

シーリング材 87 には予め凹部の中に吸湿剤（酸化バリウムもしくは酸化カルシウム等）89 が設けられ、上記密閉空間 28 の内部において、水分や酸素等を吸着して清浄な雰囲気を保ち、EL 層の劣化を抑制する役割を果たす。この凹部は目の細かいメッシュ状のカバー材 90 で覆われており、該カバー材 90 は、空気や水分は通し、吸湿剤 89 は通さない。なお、密閉空間 88 は、窒素もしくはアルゴン等の希ガスで充填しておけばよく、不活性であれば樹脂もしくは液体で充填することも可能である。

#### 【0131】

また、基板 81 上には、データ線駆動回路 83 及びゲート線駆動回路 84a、84b に信号を伝達するための端子部 91 が設けられ、該端子部 91 へは FPC（フレキシブルプリントサーキット）92 を介してビデオ信号等のデータ信号が伝達される。端子部 91 の断面は、図 14（B）の通りであり、ゲート配線もしくはデータ配線と同時に形成された配線 93 の上に酸化物導電膜 34 を積層した構造の配線と FPC 92 側に設けられた配線 95 とを、導電体 96 を分散させた樹脂 97 を用いて電氣的に接続してある。なお、導電体 96 としては、球状の高

分子化合物に金もしくは銀といったメッキ処理を施したものをを用いれば良い。

#### 【0132】

本実施の形態において、保護回路 85 は端子部 91 とデータ線駆動回路 83 との間に設けられ、両者の間に突発的なパルス信号等の静電気が入った際に、該パルス信号を外部へ逃がす役割を果たす。その際、まず瞬間的に入る高電圧の信号をコンデンサによって鈍らせ、その他の高電圧を薄膜トランジスタや薄膜ダイオードを用いて構成した回路によって外部へと逃がすことができる。勿論、保護回路は、他の場所、例えば画素部 82 とデータ線駆動回路 83 との間や画素部 82 とゲート線駆動回路 84a、84b の間などに設けても構わない。

#### 【0133】

##### 〔実施の形態 17〕

実施の形態 8、9 に示した薄膜トランジスタの構成はいずれもトップゲート構造（具体的にはプレーナ構造）であるが、各実施の形態では、ボトムゲート構造（具体的には逆スタガ構造）とすることも可能である。

#### 【0134】

また当然のことながら、薄膜トランジスタに限らず、シリコンウェルを用いて形成された MOS 構造のトランジスタに適用しても良い。さらには、薄膜トランジスタではなく、MIM（Metal-Insulator-Metal）素子等に代表されるダイオード素子（二端子素子ともいう。）を用いた場合に適用しても良い。

#### 【0135】

いずれにしても本発明はアクティブマトリクス型の発光装置の作製にあたって実施するに際してもトランジスタ構造等のスイッチング素子の構造によってその本来の効果が損なわれるものではない。

#### 【0136】

##### 〔実施の形態 18〕

本発明を実施して得た発光装置を表示部に組み込むことによって電子機器を作製することができる。電子機器としては、ビデオカメラ、デジタルカメラ、ゴーグル型ディスプレイ（ヘッドマウントディスプレイ）、ナビゲーションシステム、音響再生装置（カーオーディオ、オーディオコンポ等）、ノート型パーソナルコ

ンピュータ、ゲーム機器、携帯情報端末（モバイルコンピュータ、携帯電話、携帯型ゲーム機または電子書籍等）、記録媒体を備えた画像再生装置（具体的には Digital Versatile Disc（DVD）等の記録媒体を再生し、その画像を表示するディスプレイを備えた装置）などが挙げられる。それらの電子機器の具体例を図 16 に示す。

#### 【0137】

図 16（A）はテレビであり、筐体 2001、支持台 2002、表示部 2003、スピーカー部 2004、ビデオ入力端子 2005 等を含む。本発明は表示部 2003 に適用することができる。なお、パソコン用、TV 放送受信用、広告表示用などの全ての情報表示用のテレビが含まれる。

#### 【0138】

図 16（B）はデジタルカメラであり、本体 2101、表示部 2102、受像部 2103、操作キー 2104、外部接続ポート 2105、シャッター 2106 等を含む。本発明は、表示部 2102 に適用することができる。

#### 【0139】

図 16（C）はノート型パーソナルコンピュータであり、本体 2201、筐体 2202、表示部 2203、キーボード 2204、外部接続ポート 2205、ポインティングマウス 2206 等を含む。本発明は、表示部 2203 に適用することができる。

#### 【0140】

図 16（D）はモバイルコンピュータであり、本体 2301、表示部 2302、スイッチ 2303、操作キー 2304、赤外線ポート 2305 等を含む。本発明は、表示部 2302 に適用することができる。

#### 【0141】

図 16（E）は記録媒体を備えた携帯型の画像再生装置（具体的には DVD 再生装置）であり、本体 2401、筐体 2402、表示部 A 2403、表示部 B 2404、記録媒体（DVD 等）読み込み部 2405、操作キー 2406、スピーカー部 2407 等を含む。表示部 A 2403 は主として画像情報を表示し、表示部 B 2404 は主として文字情報を表示するが、本発明は表示部 A、B 2403

、2404に適用することができる。なお、記録媒体を備えた画像再生装置には家庭用ゲーム機器なども含まれる。

#### 【0142】

図16(F)はゴーグル型ディスプレイ(ヘッドマウントディスプレイ)であり、本体2501、表示部2502、アーム部2503を含む。本発明は、表示部2502に適用することができる。

#### 【0143】

図16(G)はビデオカメラであり、本体2601、表示部2602、筐体2603、外部接続ポート2604、リモコン受信部2605、受像部2606、バッテリー2607、音声入力部2608、操作キー2609等を含む。本発明は、表示部2602に適用することができる。

#### 【0144】

図16(H)は携帯電話であり、本体2701、筐体2702、表示部2703、音声入力部2704、音声出力部2705、操作キー2706、外部接続ポート2707、アンテナ2708等を含む。本発明は、表示部2703に適用することができる。なお、表示部2703は黒色の背景に白色の文字を表示することで携帯電話の消費電流を抑えることができる。

#### 【0145】

以上の様に、本発明を実施して得た表示装置は、あらゆる電子機器の表示部として用いても良い。なお、本実施の形態の電子機器には、実施の形態1～3、6～8のいずれの構成を用いて作製された発光装置を用いても良い。

#### 【0146】

##### 【発明の効果】

本発明により特に焼成工程等を要することなく、有機化合物もしくは無機化合物等の発光体組成物を含む溶液の塗布とほぼ同時に薄膜形成が可能となり、発光装置の製造工程におけるスループットを大幅に向上させることができる。

#### 【0147】

また、形成された薄膜中の溶媒成分は、成膜と同時に十分除去されるため、発光素子の完成後に脱ガスによって発光層自体が劣化するような不具合を避けるこ

とができ、発光装置の信頼性を高めることができる。

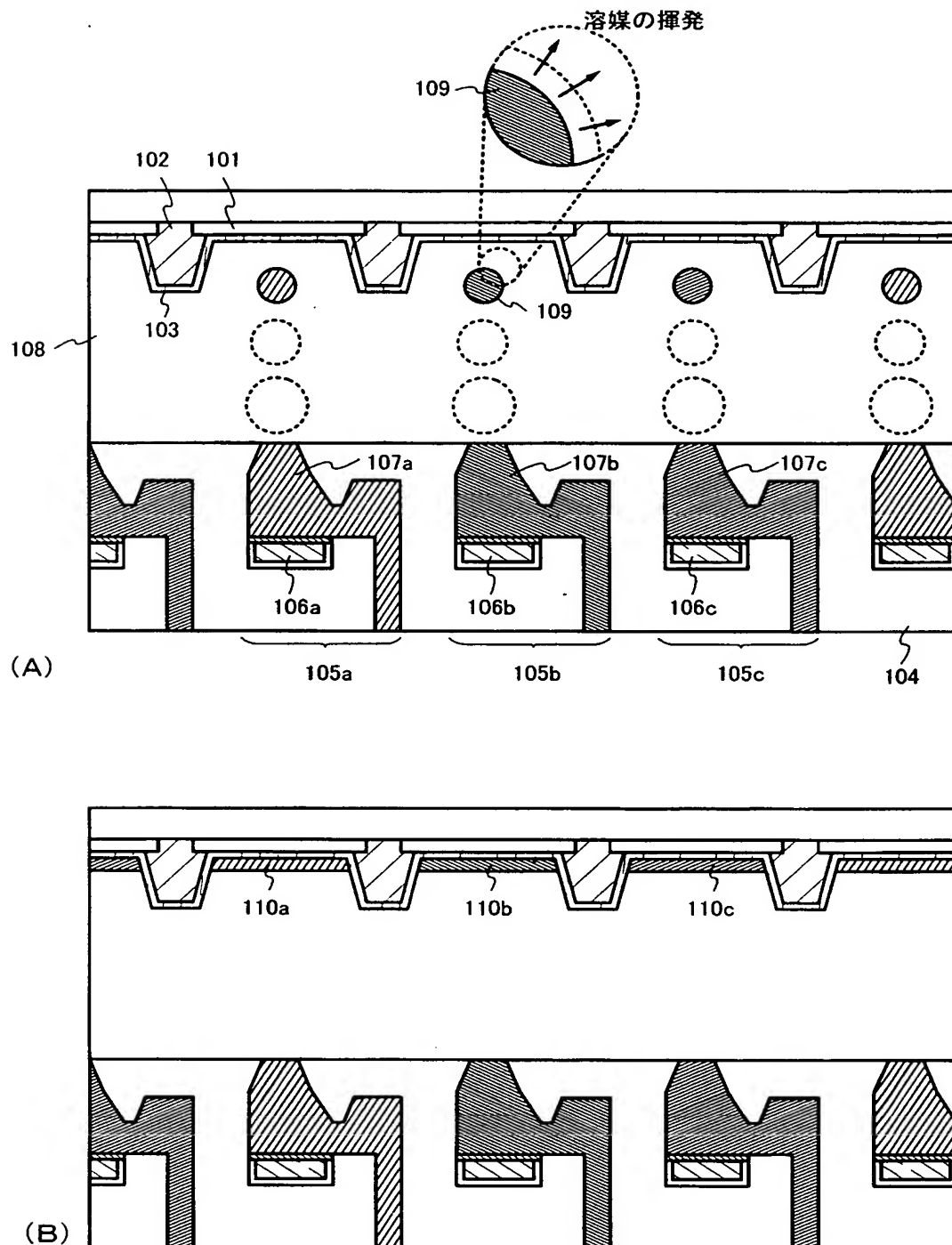
【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 本発明の実施に用いる溶液塗布装置の断面図。
- 【図 2】 本発明の実施に用いる溶液塗布装置の断面図。
- 【図 3】 本発明の実施に用いる溶液塗布装置の断面図。
- 【図 4】 本発明の実施に用いる溶液塗布装置において、発光体組成物を含む溶液を装備するための容器の断面図。
- 【図 5】 本発明の発光装置の作製方法を示す図。
- 【図 6】 本発明の発光装置の作製方法を示す図。
- 【図 7】 本発明を実施して得られる発光装置の画素構成を示す上面図及び断面図。
- 【図 8】 本発明を実施して得られる発光装置の画素構成を示す上面図及び断面図。
- 【図 9】 本発明の実施に用いる製造装置の上面図。
- 【図 1 0】 本発明の実施に用いる製造装置の上面図及び側面図。
- 【図 1 1】 本発明の実施に用いる製造装置の上面図及び側面図。
- 【図 1 2】 本発明の発光装置の作製方法を示す図。
- 【図 1 3】 本発明の実施に用いる溶液塗布装置の断面図。
- 【図 1 4】 本発明の実施に用いる製造装置の上面図。
- 【図 1 5】 本発明を実施して得られる発光装置の外観を示す図。
- 【図 1 6】 本発明を実施して得られる発光装置を備えた電子機器の一例を示す図。

【書類名】

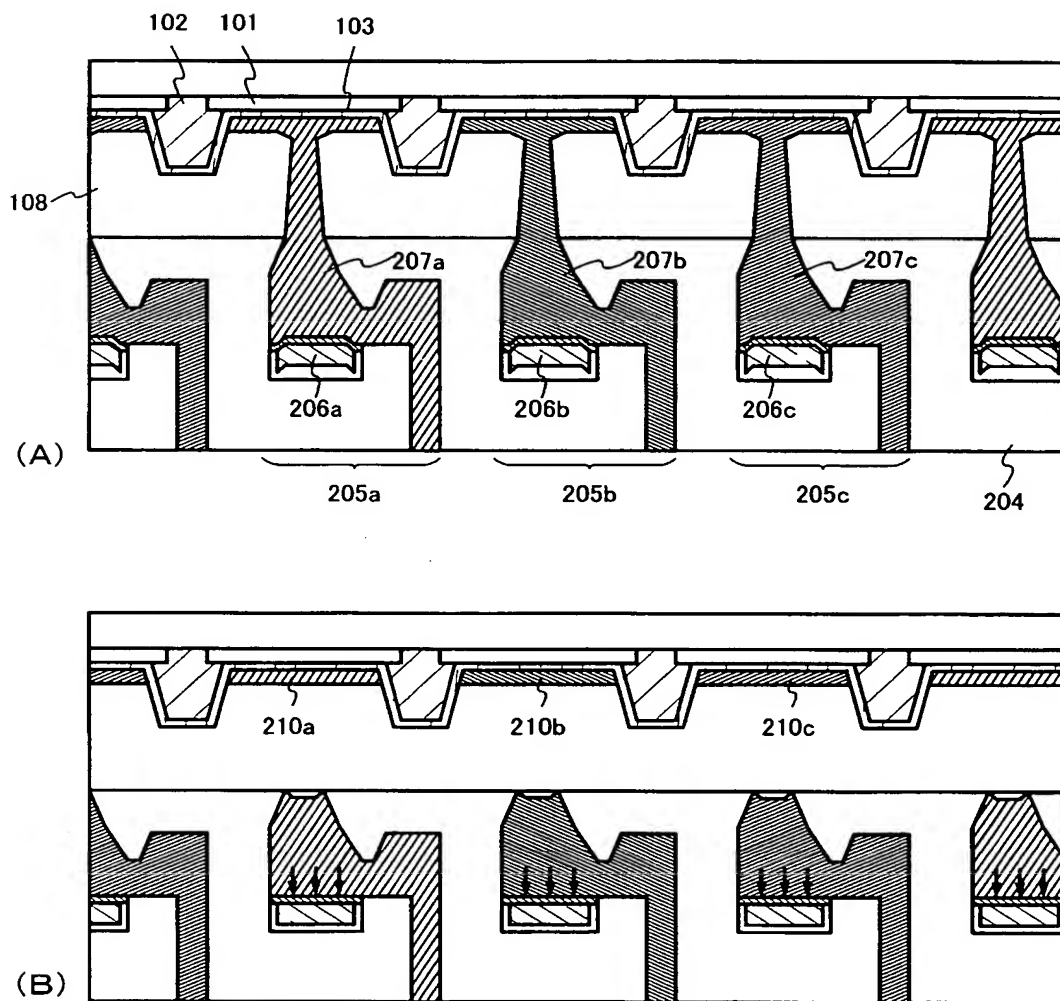
図面

【図 1】

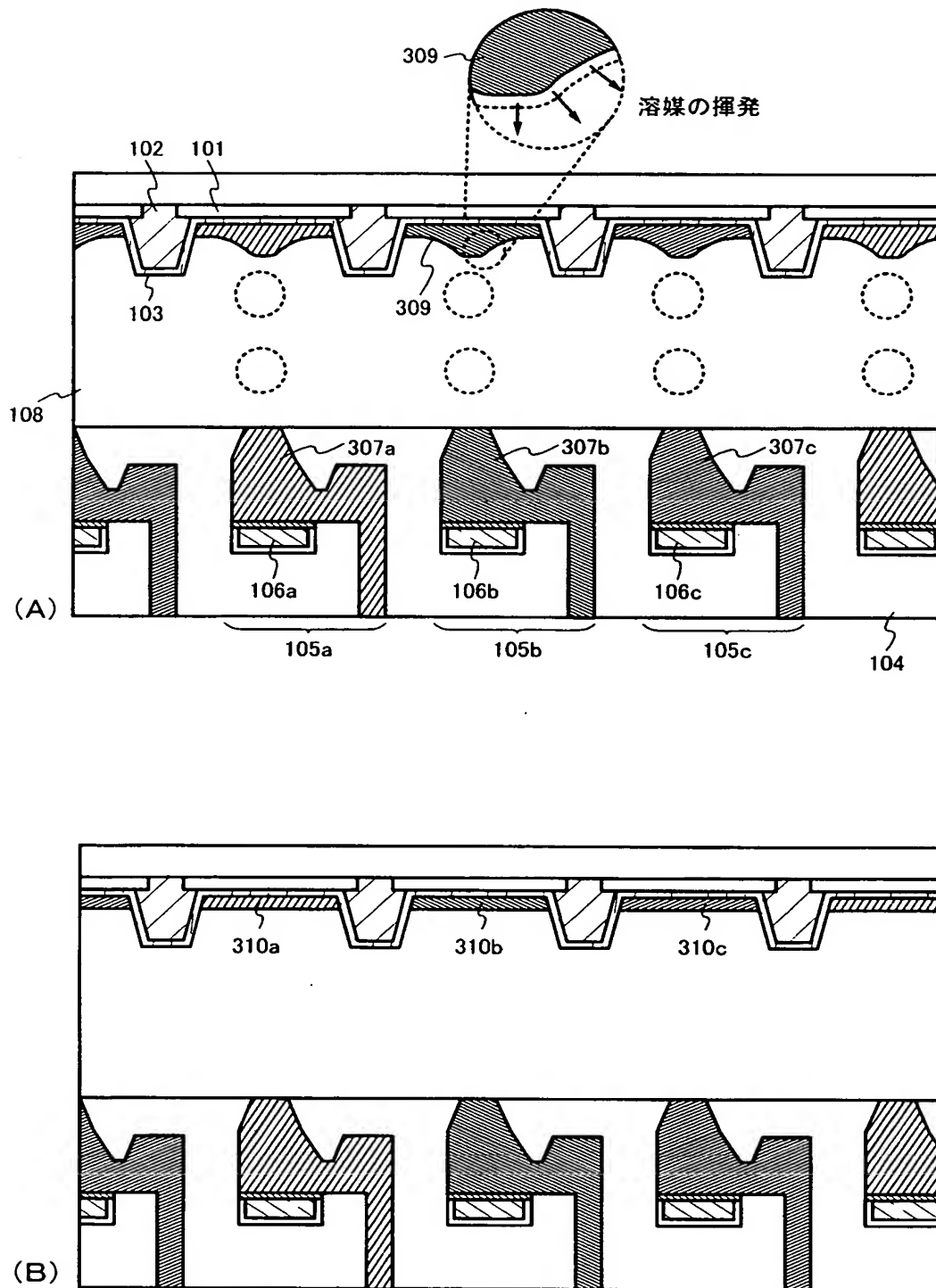




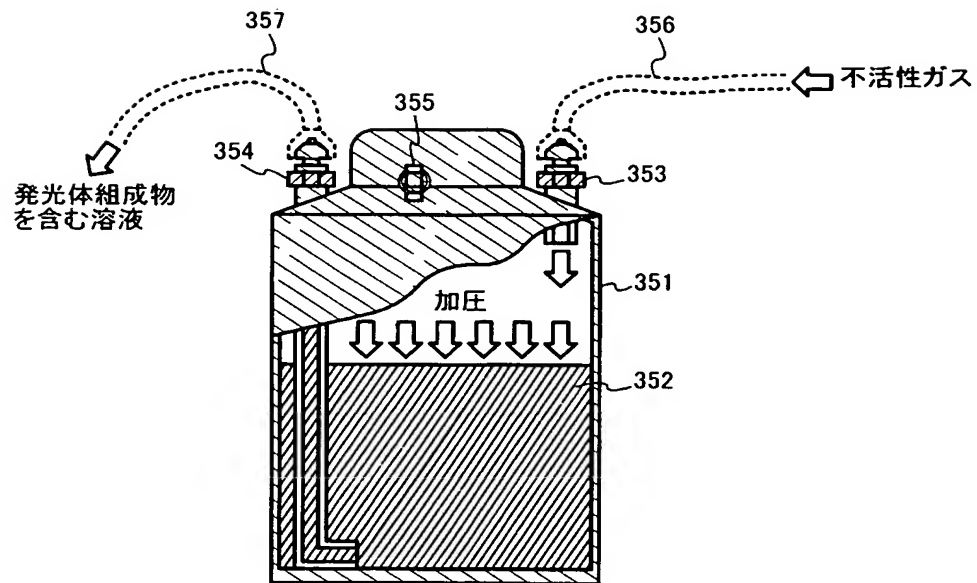
【図 2】



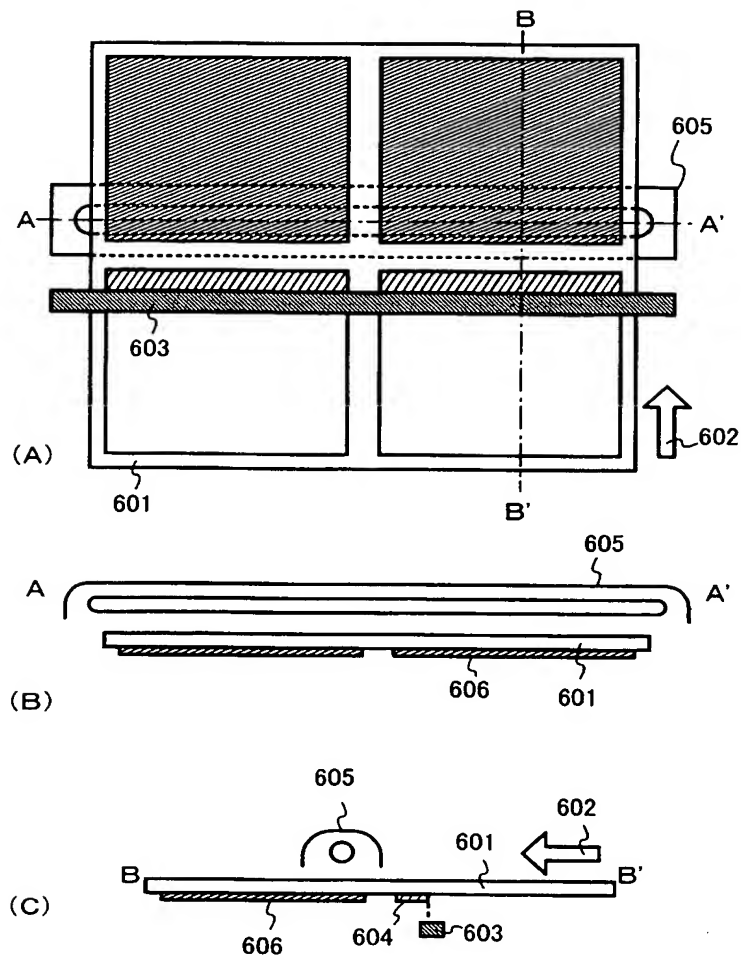
【図 3】



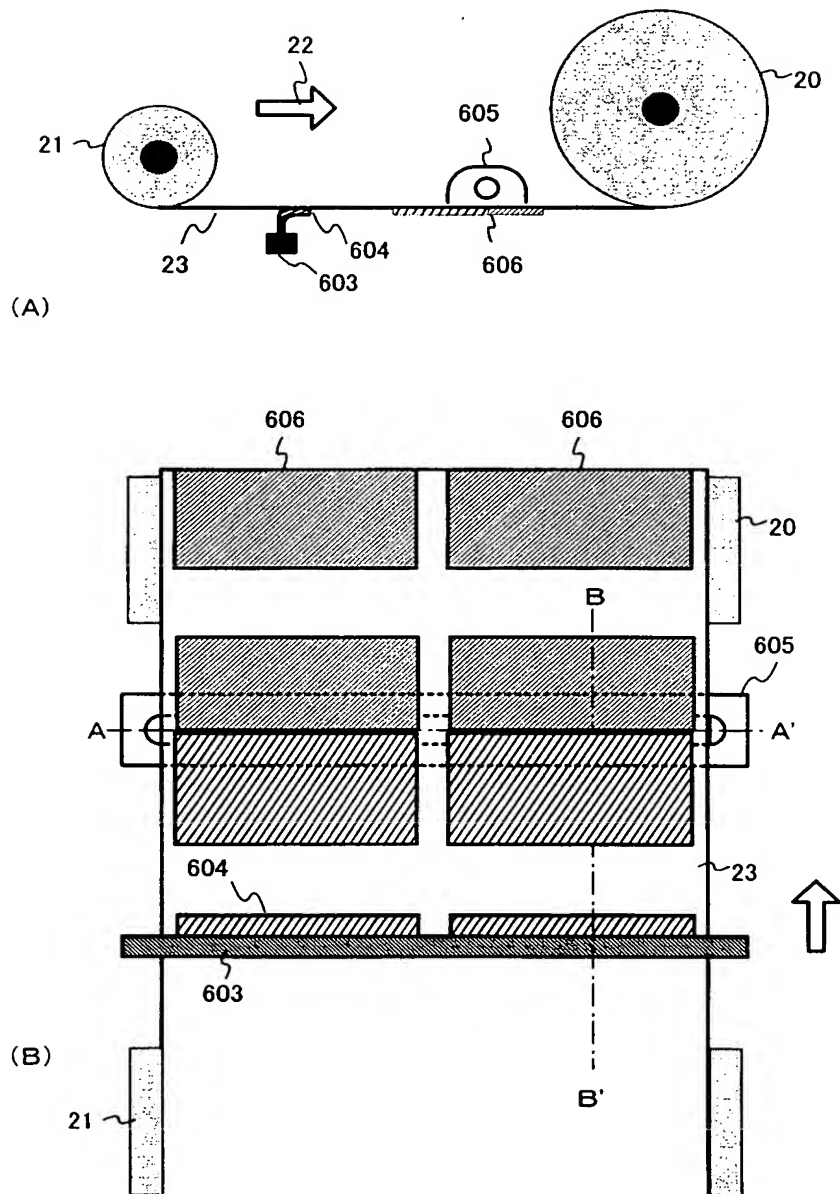
【図 4】



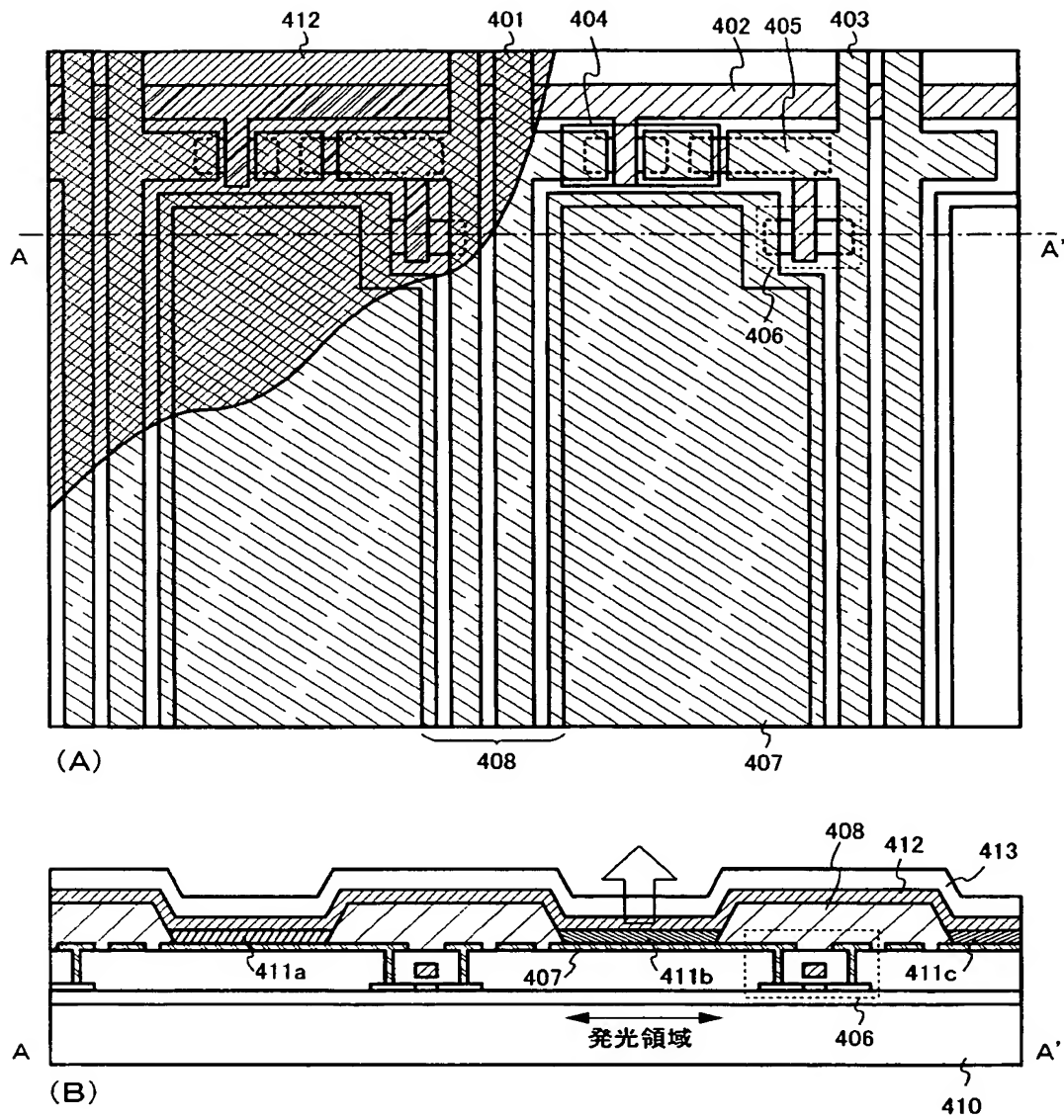
【図 5】



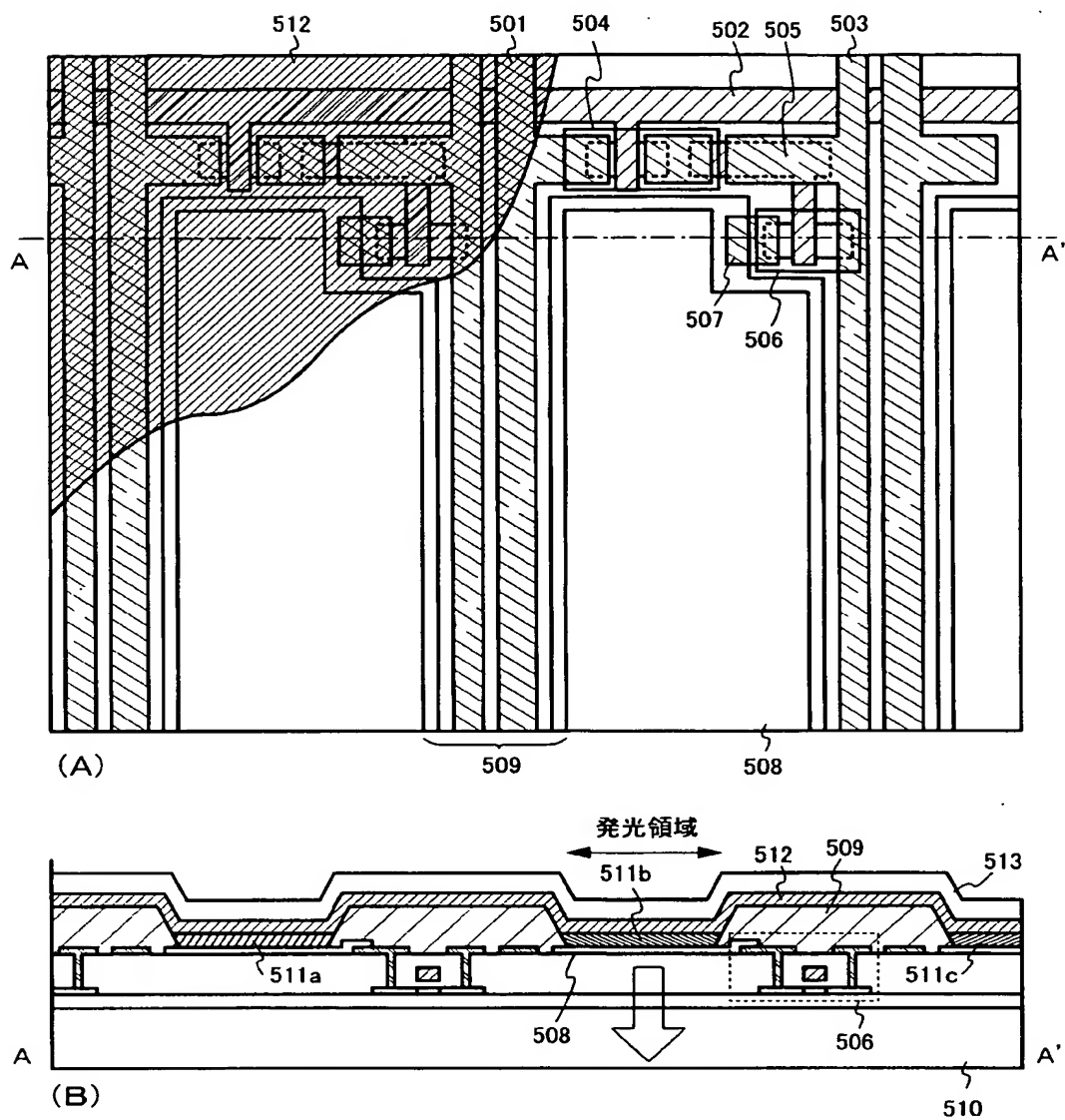
【図 6】



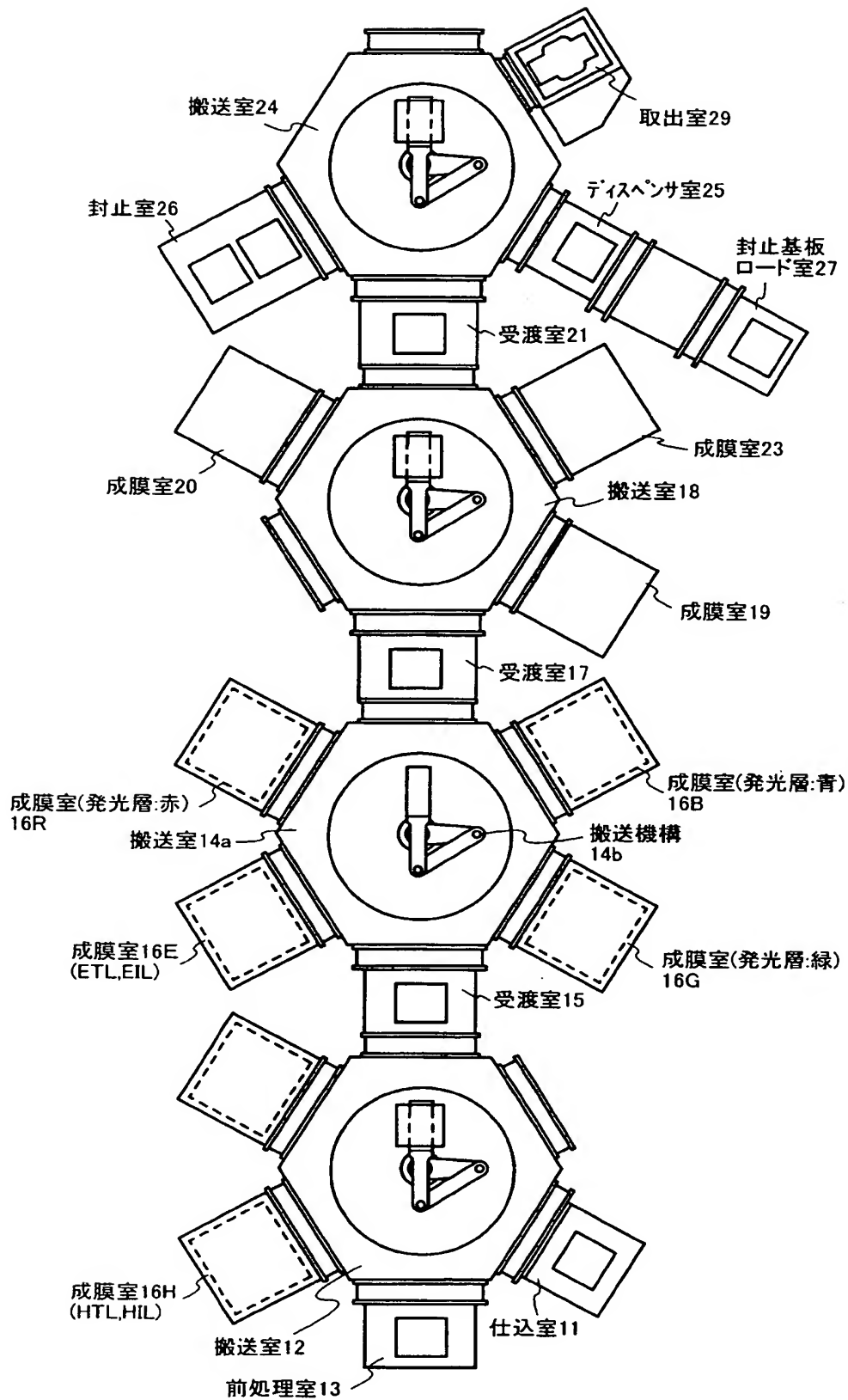
【図 7】



【図 8】

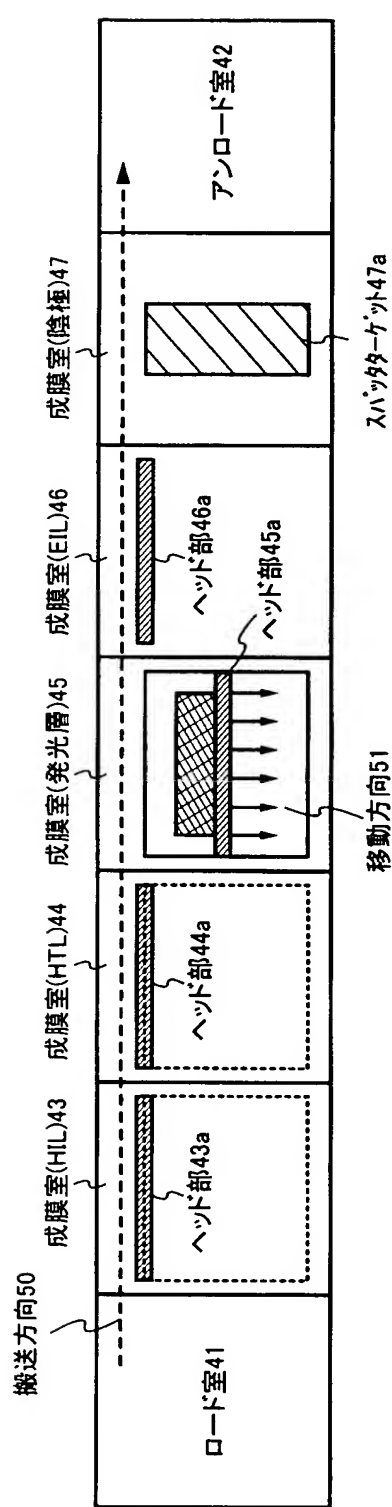


【図 9】

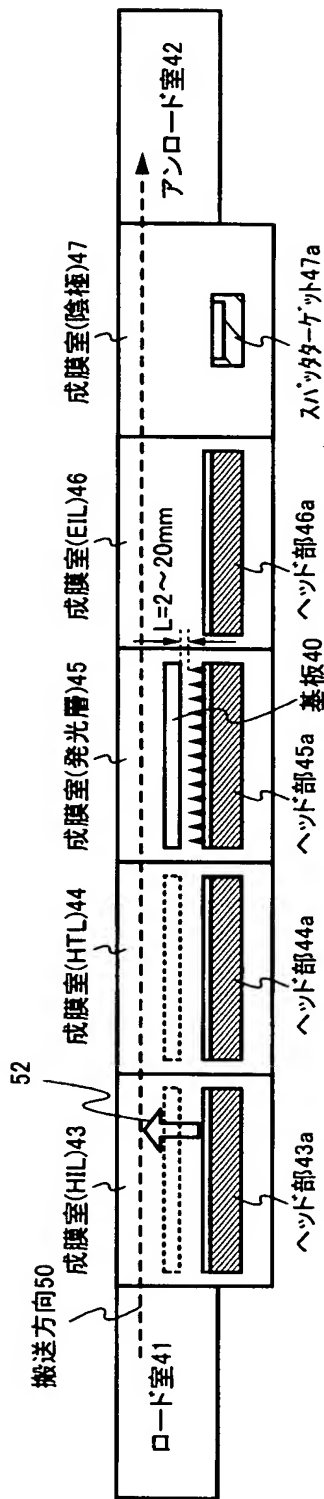




【図10】

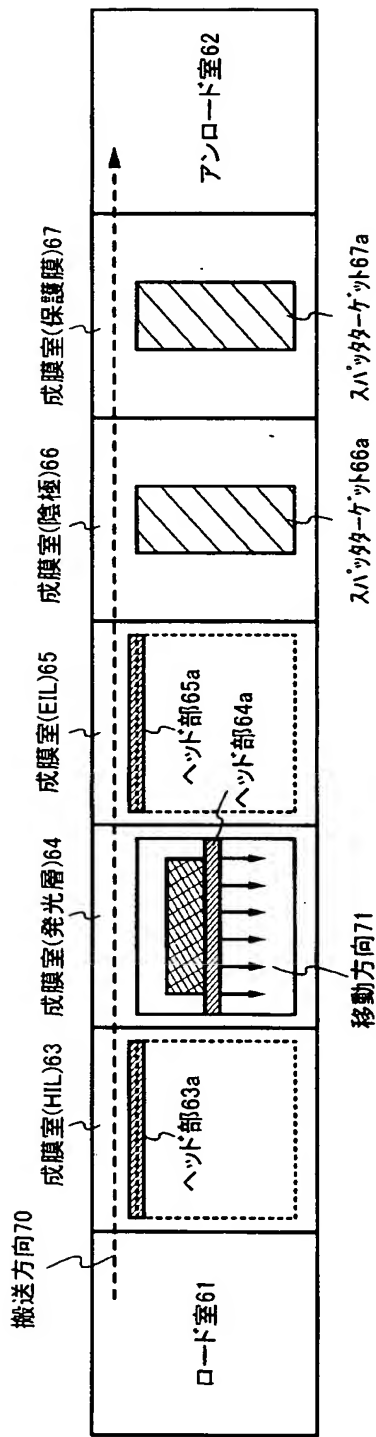


(A) 上方より見た上面図

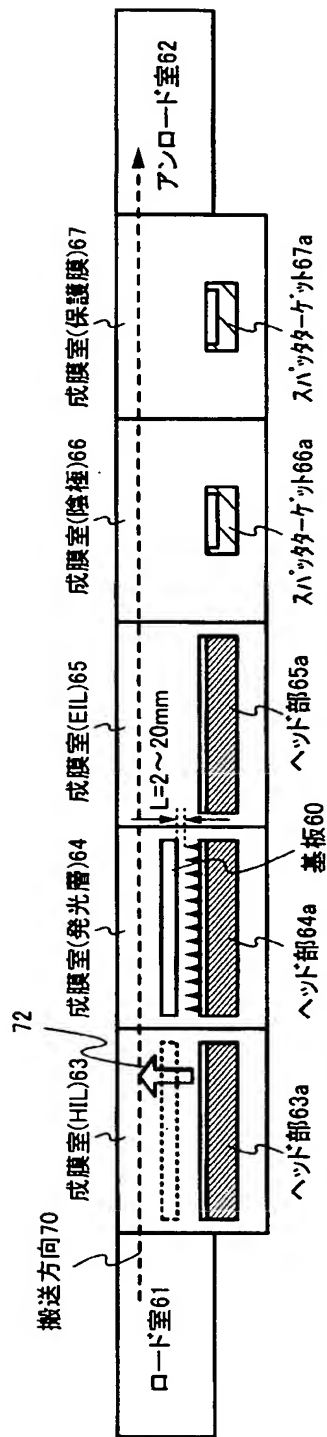


(B) 前方より横方向に見た側面図

【図 11】

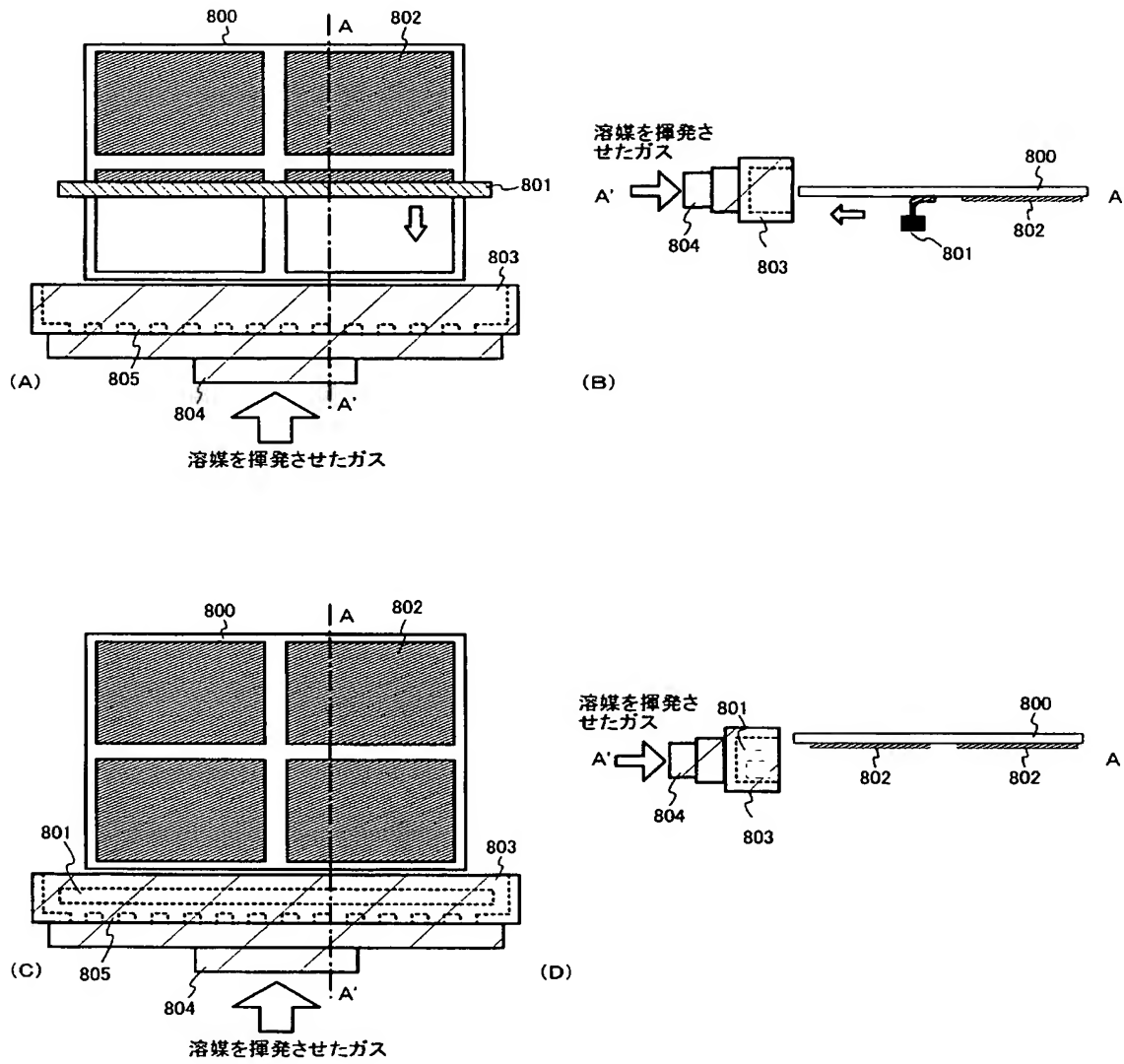


(A) 上方より見た上面図

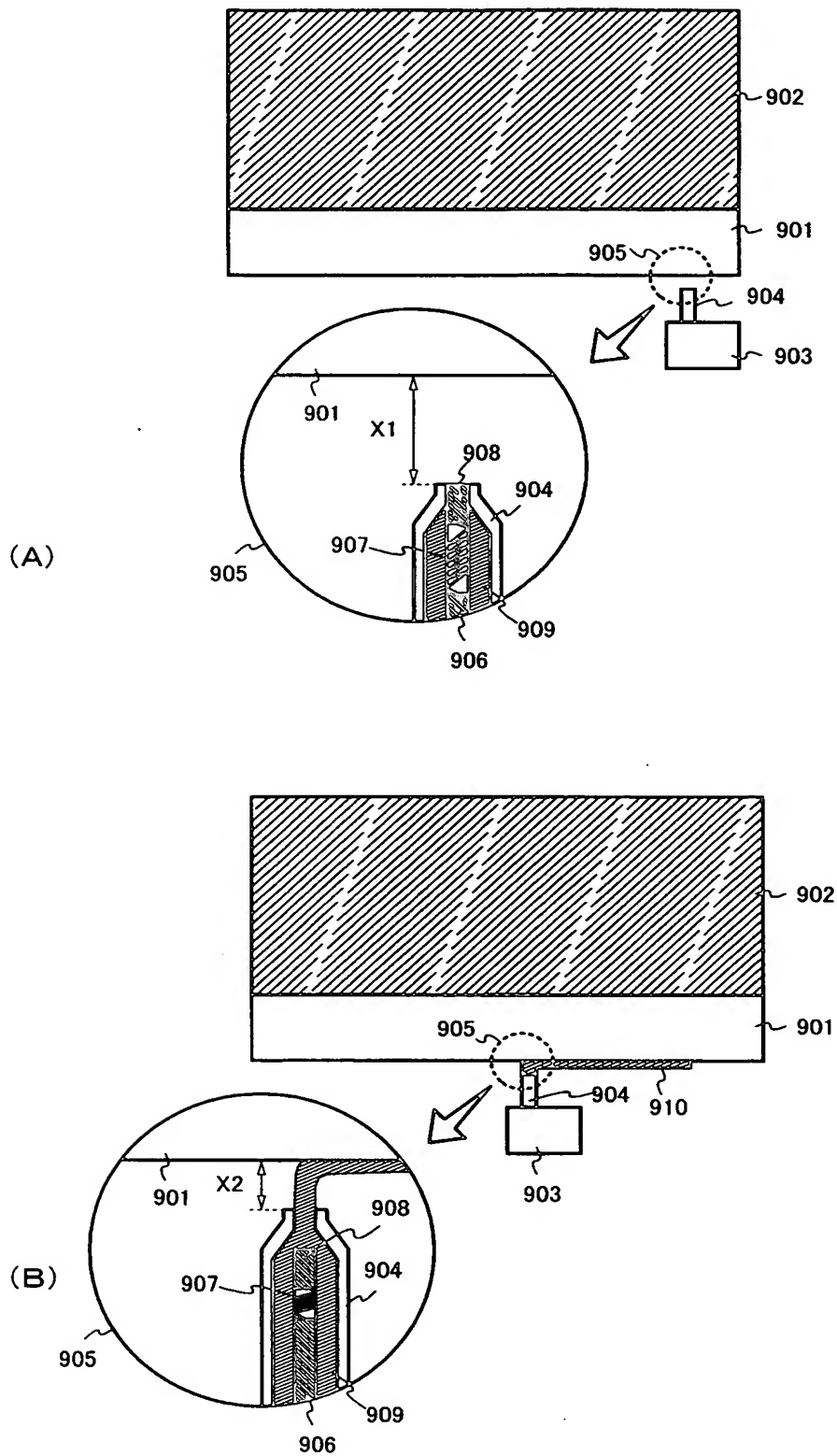


(B) 前方より横方向に見た側面図

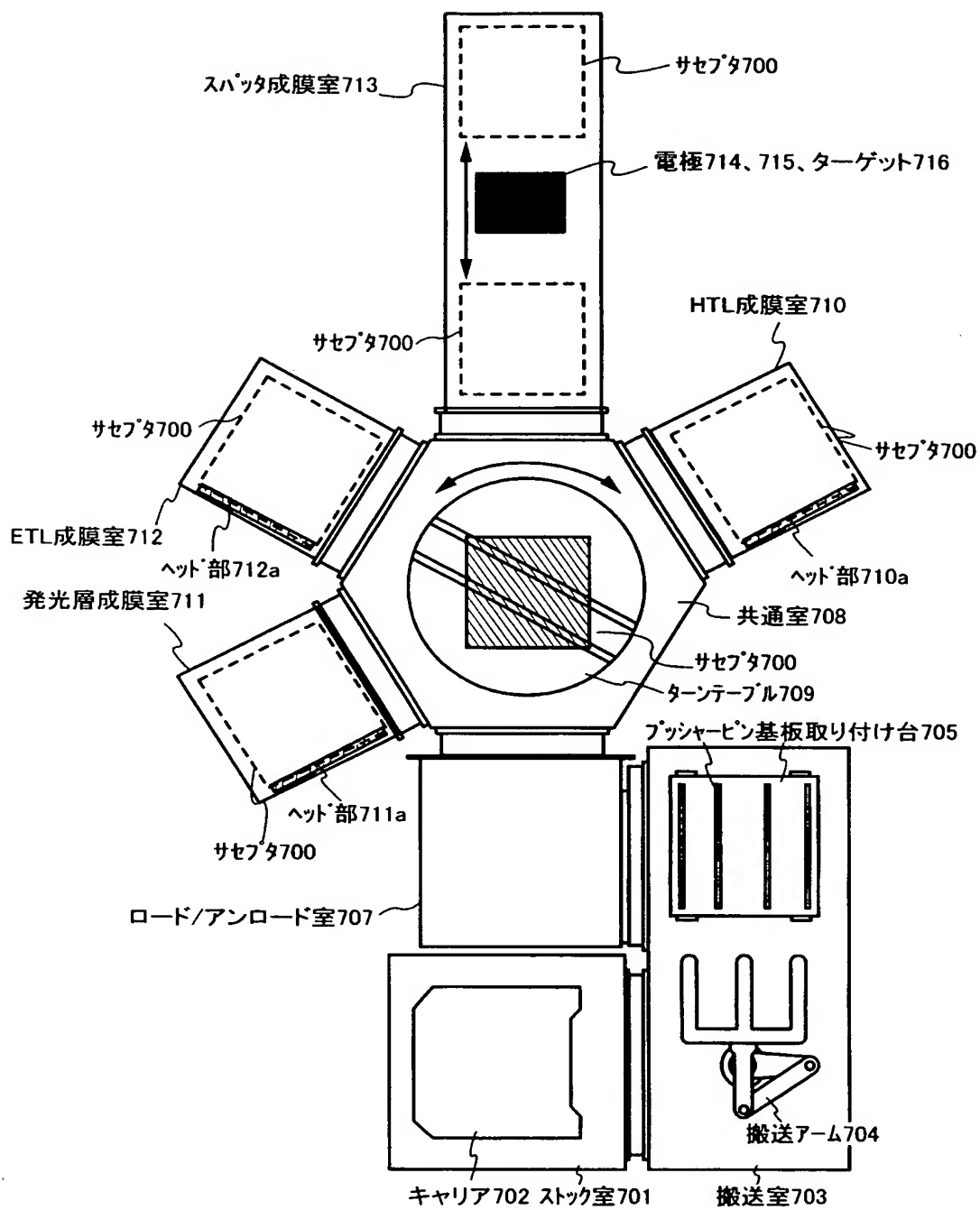
【図 12】



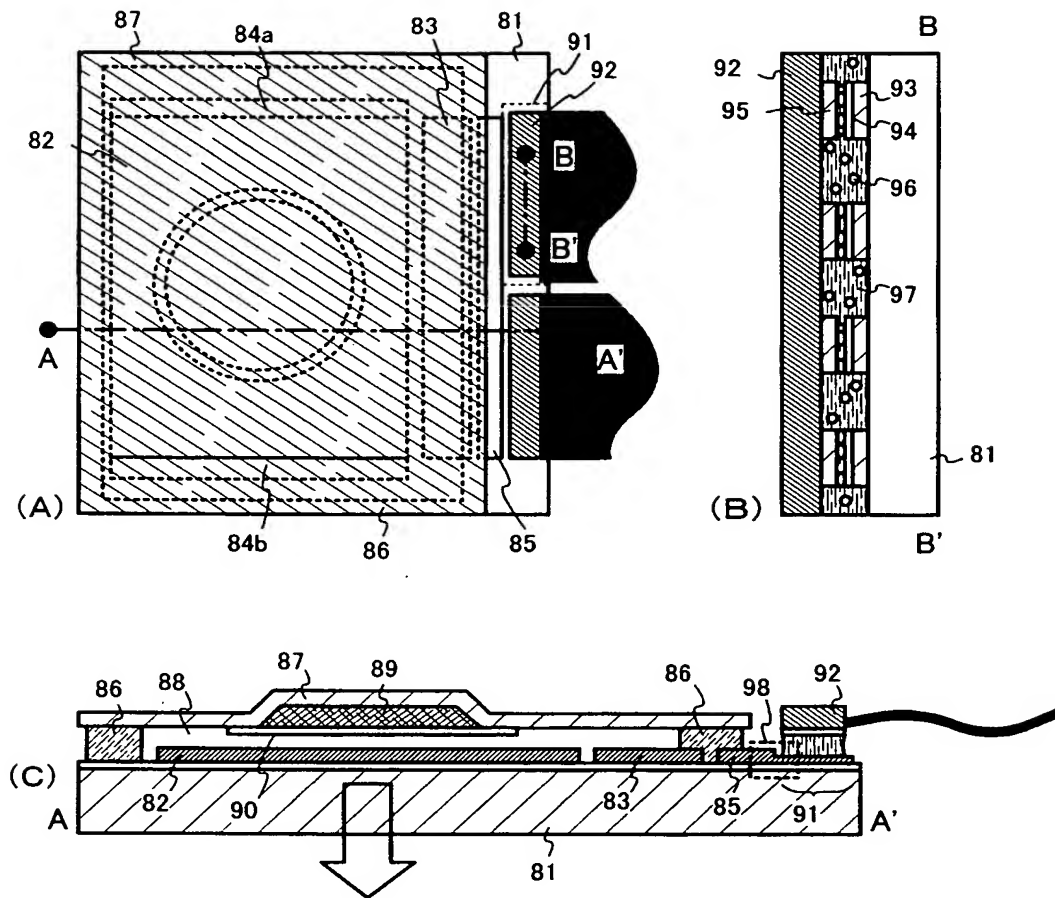
【図 13】



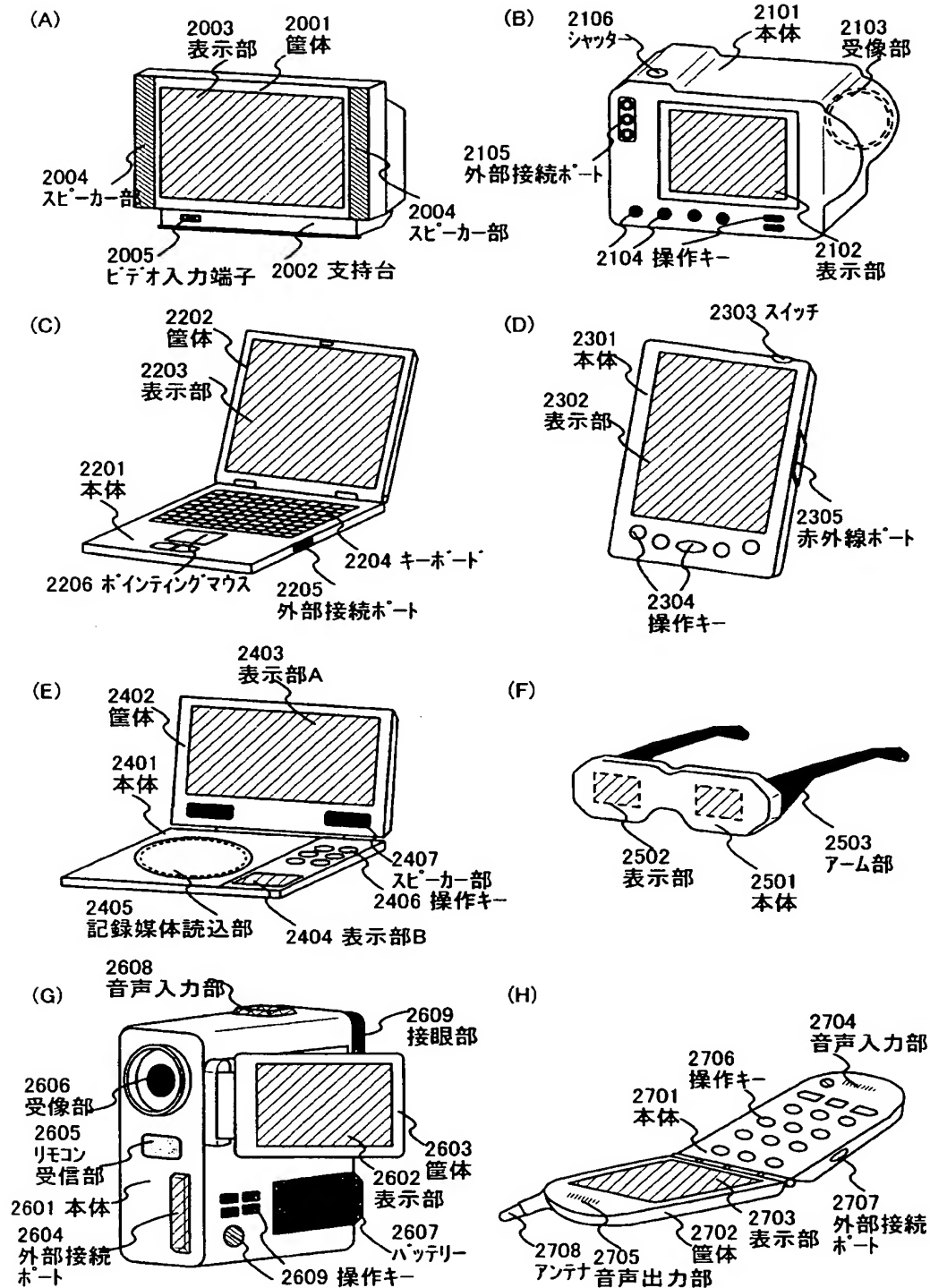
【図 14】



【図 15】



【図 16】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 低コストかつ簡便な方法でスループットの高い発光装置の作製方法を提供する。

【解決手段】 本発明は、減圧下で発光性材料を含む溶液を陽極もしくは陰極に向けて噴射し、前記溶液が前記陽極もしくは陰極に到達するまでの間、該溶液中の溶媒を揮発させると共に、残存した前記発光性材料を前記陽極もしくは陰極上に堆積させて発光層を形成することを特徴とする発光装置の作製方法である。本発明により溶液を塗布した後に薄膜化のための焼成工程を必要としないため、低コストかつ簡便な方法でありながら、スループットの高い作製方法を提供することができる。

【選択図】 図1



特願 2 0 0 2 - 3 2 7 3 7 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 1 5 3 8 7 8 ]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県厚木市長谷 3 9 8 番地

氏 名

株式会社半導体エネルギー研究所